

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



FARKLI ORANLARDA VERMİKOMPOST
UYGULAMALARININ MARULDA (*Lactuca sativa* L.) BİTKİ
GELİŞİMİ, KALİTE ÖZELLİKLERİ VE BESİN ELEMENTİ
İÇERİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SERAP KARADEMİR

BOLU, OCAK - 2019

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI



FARKLI ORANLARDA VERMİKOMPOST
UYGULAMALARININ MARULDA (*Lactuca sativa* L.) BİTKİ
GELİŞİMİ, KALİTE ÖZELLİKLERİ VE BESİN ELEMENTİ
İÇERİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SERAP KARADEMİR

BOLU, OCAK - 2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

SERAP KARADEMİR tarafından hazırlanan “FARKLI ORANLARDA VERMİKOMPOST UYGULAMALARININ MARULDA (*Lactuca sativa* L.) BİTKİ GELİŞİMİ, KALİTE ÖZELLİKLERİ VE BESİN ELEMENTİ İÇERİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ” adlı tez çalışması Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda 17/01/2019 tarihinde BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

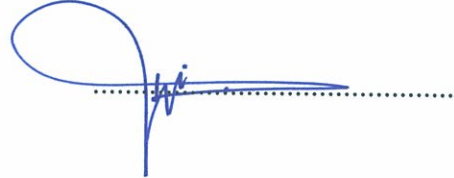
Danışman
Doç. Dr. Beyhan KİBAR
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi



Üye
Dr. Öğr. Üyesi Harun ÖZER
Ondokuz Mayıs Üniversitesi



Üye
Dr. Öğr. Üyesi İhsan CANAN
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi



Mezuniyet Tarihi :

Prof. Dr. Ömer ÖZYURT

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Serap KARADEMİR

ÖZET

**FARKLI ORANLARDA VERMİKOMPOST UYGULAMALARININ
MARULDA (*Lactuca sativa* L.) BİTKİ GELİŞİMİ, KALİTE ÖZELLİKLERİ
VE BESİN ELEMENTİ İÇERİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN
BELİRLENMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
SERAP KARADEMİR
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. BEYHAN KİBAR)
BOLU, ARALIK - 2018**

Bu çalışma, son yıllarda giderek kullanımı artan bir organik gübre olan vermikompostun farklı oranlarda uygulanmasının Karabük koşullarında örtüaltı marul yetiştiriciliğinde bitki gelişimi, bazı kalite özellikleri ve besin elementi içeriği üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırma, 2017 yılı sonbahar yetiştirme döneminde ısıtmasız plastik sera koşullarında saksılarda yürütülmüş ve Maritima çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada 1) Kontrol (%100 Toprak), 2) VK1 (%97.5 Toprak + %2.5 Vermikompost, w/w), 3) VK2 (%95 Toprak + %5 Vermikompost, w/w), 4) VK3 (%90 Toprak + %10 Vermikompost, w/w), 5) VK4 (%80 Toprak + %20 Vermikompost, w/w) ve 6) TG (%100 Toprak + Ticari Gübre) olmak üzere 6 farklı uygulama ele alınmıştır. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Çalışmada 23 adet bitkisel ve kalite ile ilgili özellik ile 24 adet element incelenmiştir. Araştırma bulgularına göre uygulamalar arasında önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Bitki boyu, bitki yaş ve kuru ağırlığı, pazarlanabilir yaprak sayısı ve klorofil içeriği bakımından vermikompost uygulamalarından kontrole göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. Genel olarak vermikompost uygulamalarının bitkideki azot, fosfor, potasyum, magnezyum, kalsiyum, sodyum, demir, bakır ve çinko içeriğini kontrole göre artırdığı belirlenmiştir. Kadmiyum, kobalt, nikel ve kurşun gibi ağır metaller bakımından vermikompost uygulamalarından kontrole göre daha düşük değerler elde edilmiştir. Bitki yaş ağırlığı ve fosfor içeriği bakımından VK1; bitki boyu, pazarlanabilir yaprak sayısı, klorofil, potasyum ve çinko içeriği bakımından tüm vermikompost uygulamaları (VK1, VK2, VK3 ve VK4); azot içeriği bakımından VK1 ve VK3; kalsiyum içeriği bakımından VK3 ve VK4; magnezyum içeriği bakımından VK4; demir içeriği bakımından VK2, VK3 ve VK4 en başarılı vermikompost uygulamaları olarak tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda vermikompost uygulamalarının marulda bitki gelişimi, kalite özellikleri ve bitki besin elementi içeriği üzerine olumlu etkilerinin olduğu saptanmıştır. Marul yetiştiriciliğinde sürdürülebilir tarım için vermikompostun iyi bir alternatif gübre olduğu düşünülmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Marul, *Lactuca sativa* L., Vermikompost, Organik gübre, Bitki gelişimi, Kalite özellikleri, Elementler

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE EFFECTS OF VERMICOMPOST APPLICATIONS AT DIFFERENT RATES ON PLANT GROWTH, QUALITY PROPERTIES AND NUTRIENT CONTENT IN LETTUCE

(*Lactuca sativa* L.)

MSC THESIS

SERAP KARADEMİR

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF HORTICULTURE

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. BEYHAN KİBAR)

BOLU, DECEMBER 2018

This study was conducted to determine the effects of vermicompost which is an organic fertilizer increasing use in recent years applications at different rates on plant growth, some quality properties and nutrient content in the greenhouse cultivation of lettuce in Karabük conditions. The research was carried out in pots in the unheated plastic greenhouse conditions during the autumn growing season in 2017 and Maritima variety was used. Six different applications were examined in the study. The applications was as follows: 1) Control (100% Soil), 2) VK1 (97.5% Soil + 2.5% Vermicompost, w/w), 3) VK2 (95% Soil + 5% Vermicompost, w/w), 4) VK3 (90% Soil + 10% Vermicompost) 5) VK4 (80% Soil + 20% Vermicompost, w/w) and 6) TG (100% Soil + Commercial Fertilizer). The study was established in completely randomized design with 3 replications. In the study, 23 properties related to plant and quality and 24 elements were examined. According to the research findings, significant differences were found among the applications. The higher values in terms of plant height, plant wet weight, plant dry weight, number of marketable leaves and chlorophyll content were obtained from vermicompost applications compared to the control. In general, vermicompost applications were determined to increase the nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium, calcium, sodium, iron, copper and zinc content of the plant compared to the control. In terms of heavy metals such as cadmium, cobalt, nickel and lead, vermicompost applications had lower values than control. VK1 in terms of plant wet weight and phosphorus content; all vermicompost applications (VK1, VK2, VK3 and VK4) in terms of plant height, number of marketable leaves, chlorophyll, potassium and zinc content; VK1 and VK3 in terms of nitrogen content; VK3 and VK4 in terms of calcium content; VK4 in terms of magnesium content; VK2, VK3 and VK4 in terms of iron content were found to be the most successful vermicompost applications. As a result of the study, it was determined that vermicompost applications have positive effects on plant growth, quality properties and nutrient content in lettuce. Vermicompost is thought to be a good alternative fertilizer for sustainable agriculture in lettuce cultivation.

KEYWORDS: Lettuce, *Lactuca sativa* L., Vermicompost, Organic fertilizer, Plant growth, Quality properties, Elements

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	xi
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xii
TEŞEKKÜR	xiv
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	9
2.1. Marul ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	9
2.2. Farklı Sebze Türlerinde Vermikompost Kullanımı ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM	36
3.1. Materyal.....	36
3.1.1. Bitki Materyali.....	36
3.1.2. Toprak Materyali.....	36
3.1.3. Gübre Materyali.....	36
3.2. Yöntem.....	37
3.2.1. Tohum Ekimi ve Fidelerin Yetiştiriciliği.....	37
3.2.2. Saksı Denemelerinin Kurulması ve Yürütülmesi.....	40
3.2.3. Toprak Analizleri.....	43
3.2.4. Vermikompost Analizleri.....	44
3.2.5. Deneme Sırasında Bitkilerde Yapılan Ölçüm, Gözlem ve Analizler.....	45
3.2.6. Verilerin Değerlendirilmesi.....	55
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	56
4.1. Çalışmada Kullanılan Toprağın Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	56
4.2. Çalışmada Kullanılan Vermikompost Gübresinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	56
4.3. Çalışmada Ele Alınan Uygulamaların Marulda Bitki Özellikleri (Bitki Boyu, Bitki Eni, Bitki Yaş Ağırlığı ve Bitki Kuru Ağırlığı) Üzerine Etkileri.....	57
4.4. Çalışmada Ele Alınan Uygulamaların Marulda Kök Özellikleri (Kök Uzunluğu, Kök Boğazı Çapı, Kök Yaş Ağırlığı ve Kök Kuru Ağırlığı) Üzerine Etkileri.....	62
4.5. Çalışmada Ele Alınan Uygulamaların Marulda Yaprak Özellikleri (Yaprak Boyu, Yaprak Eni, Pazarlanabilir Yaprak Sayısı, Iskarta Yaprak Sayısı ve Iskarta Yaprak Ağırlığı) Üzerine Etkileri.....	65

4.6. Çalışmada Ele Alınan Uygulamaların Marulda Bazı Kimyasal Özellikler (Klorofil, Kuru Madde Oranı, pH, Suda Çözünebilir Kuru Madde ve Nitrat İçeriği) Üzerine Etkileri.....	69
4.7. Çalışmada Ele Alınan Uygulamaların Marulda Renk Özellikleri (L*, a*, b*, C* ve h°) Üzerine Etkileri.....	74
4.8. Çalışmada Ele Alınan Uygulamaların Marulda Element İçerikleri Üzerine Etkileri.....	76
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	93
6. KAYNAKLAR.....	97
7. ÖZGEÇMİŞ.....	110



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1.	Torf:perlit karışımının (3:1) hazırlanması, viyollerin karışım ile doldurulması, tohum ekimi, viyollere vermikülit ilavesi ve sulama.....	38
Şekil 3.2.	Fidelerin çıkış döneminden görünüm ve dikime hazır hale gelen marul fidelerinin görünümü.....	39
Şekil 3.3.	Yetiştirme ortamının hazırlanması.....	41
Şekil 3.4.	Saksılara fide dikimi.....	41
Şekil 3.5.	Dikim yapılan saksıların seraya yerleştirilmesi ve bitkilerin sulanması.....	42
Şekil 3.6.	Serada bitkilerin genel görünümü.....	42
Şekil 3.7.	Hasat olgunluğuna ulaşan bitkilerin görünümü ve hasadın yapılışı.....	42
Şekil 3.8.	Çalışmada kullanılan sıcaklık ve nem kayıt cihazı.....	43
Şekil 3.9.	Bitki boyunun ölçümü.....	45
Şekil 3.10.	Bitki eninin ölçümü.....	45
Şekil 3.11.	Bitki yaş ağırlığının ölçümü.....	46
Şekil 3.12.	Bitki kuru ağırlığını belirlemek amacıyla örneklerin kese kâğıtlarına konulması ve etüvde kurutulması.....	46
Şekil 3.13.	Kök uzunluğunun ölçümü.....	47
Şekil 3.14.	Kök boğazı çapının ölçümü.....	47
Şekil 3.15.	Kök yaş ağırlığının ölçümü.....	48
Şekil 3.16.	Yaprak boyunun ölçümü.....	48
Şekil 3.17.	Yaprak eninin ölçümü.....	49
Şekil 3.18.	Pazarlanabilir yaprak sayısının belirlenmesi.....	49
Şekil 3.19.	Kuru madde oranını belirlemek amacıyla örneklerin etüvde kurutulması.....	50
Şekil 3.20.	pH ölçümü.....	51
Şekil 3.21.	Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) ölçümü.....	51
Şekil 3.22.	Yaprak renginin ölçümü.....	52
Şekil 3.23.	CIE L*, a*, b* renk sistemi.....	52
Şekil 3.24.	Klorofil miktarının ölçümü.....	53
Şekil 3.25.	Nitrat tayini için kullanılan UV-visible spektrofotometre cihazı.....	53
Şekil 3.26.	Element tayini için bitki örneklerinin etüvde kurutulması.....	54
Şekil 3.27.	Element tayini için kullanılan ICP-MS cihazı.....	54
Şekil 3.28.	Fosfor tayini için kullanılan UV-visible spektrofotometre cihazı.....	54
Şekil 3.29.	Toplam azot ve toplam kükürt tayini için kullanılan elemental analiz cihazı.....	55
Şekil 4.1.	Deneme süresince sera içerisinde ölçülen sıcaklık ve nispi nem değerleri.....	57
Şekil 4.2.	Çalışmada ele alınan uygulamaların a) bitki boyu, b) bitki eni, c) bitki yaş ağırlığı ve d) bitki kuru ağırlığı üzerine etkisi.....	62
Şekil 4.3.	Çalışmada ele alınan uygulamaların a) kök uzunluğu, b) kök boğazı çapı, c) kök yaş ağırlığı ve d) kök kuru ağırlığı üzerine	

	etkisi.....	65
Şekil 4.4.	Çalışmada ele alınan uygulamaların a) yaprak boyu, b) yaprak eni, c) pazarlanabilir yaprak sayısı, d) ıskarta yaprak sayısı ve e) ıskarta yaprak ağırlığı üzerine etkisi.....	68
Şekil 4.5.	Çalışmada ele alınan uygulamaların a) klorofil, b) kuru madde oranı, c) pH, d) suda çözünebilir kuru madde ve e) nitrat içeriği üzerine etkisi.....	73
Şekil 4.6.	Çalışmada ele alınan uygulamaların a) L*, b) a*, c) b*, d) C* ve e) h° renk özellikleri üzerine etkisi.....	75
Şekil 4.7.	Çalışmada ele alınan uygulamaların a) azot, b) fosfor, c) potasyum, d) kalsiyum, e) magnezyum, f) sodyum ve g) kükürt içeriği üzerine etkisi.....	90
Şekil 4.8.	Çalışmada ele alınan uygulamaların a) demir, b) mangan, c) çinko, d) bakır, e) bor ve f) selenyum içeriği üzerine etkisi.....	91
Şekil 4.9.	Çalışmada ele alınan uygulamaların a) alüminyum, b) arsenik, c) baryum, d) kadmiyum, e) kobalt, f) krom, g) nikel, h) kurşun ve ı) kalay içeriği üzerine etkisi.....	92

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Çalışmada ele alınan uygulamalar, içerikleri ve kısaltmaları.....	40
Çizelge 4.1. Çalışmada kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	56
Çizelge 4.2. Çalışmada kullanılan vermikompost gübresinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	57
Çizelge 4.3. Çalışmada ele alınan uygulamaların marulda bitki özellikleri (bitki boyu, bitki eni, bitki yaş ağırlığı ve bitki kuru ağırlığı) üzerine etkileri.....	61
Çizelge 4.4. Çalışmada ele alınan uygulamaların marulda kök özellikleri (kök uzunluğu, kök boğazı çapı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı) üzerine etkileri.....	64
Çizelge 4.5. Çalışmada ele alınan uygulamaların marulda yaprak özellikleri (yaprak boyu, yaprak eni, pazarlanabilir yaprak sayısı, ıskarta yaprak sayısı ve ıskarta yaprak ağırlığı) üzerine etkileri.....	67
Çizelge 4.6. Çalışmada ele alınan uygulamaların marulda bazı kimyasal özellikler (klorofil, kuru madde oranı, pH, suda çözünebilir kuru madde ve nitrat içeriği) üzerine etkileri.....	73
Çizelge 4.7. Çalışmada ele alınan uygulamaların marulda renk özellikleri (L*, a*, b*, C* ve h°) üzerine etkileri.....	75
Çizelge 4.8. Çalışmada ele alınan uygulamaların marulda element içerikleri üzerine etkileri.....	89

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

a*	: Kırmızıdan (pozitif) yeşile (negatif) renk değişimi
Al	: Alüminyum
As	: Arsenik
b*	: Sarıdan (pozitif) maviye (negatif) renk değişimi
C*	: Kroma, rengin doygunluğu
Ca	: Kalsiyum
Cd	: Kadmiyum
cm	: Santimetre
Co	: Kobalt
Cr	: Krom
Cu	: Bakır
da	: Dekar
dS/m	: DesiSiemens/metre
EC	: Elektriksel iletkenlik
Fe	: Demir
g	: Gram
h°	: Hue açısı, rengin niteliği
ha	: Hektar
ICP-MS	: İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektroskopisi
K	: Potasyum
K₂SO₄	: Potasyum sülfat
kg	: Kilogram
L*	: Parlaklık, rengin açıklık veya koyuluğu
m²	: Metre kare
Mg	: Magnezyum
mg	: Miligram
mg/kg	: Miligram/kilogram
mm	: Milimetre
Mn	: Mangan
N	: Azot
Na	: Sodyum
NH₄NO₃	: Amonyum nitrat

Ni	: Nikel
öd	: Önemli değil
P	: Fosfor
Pb	: Kurşun
pH	: Power of hydrogen (Hidrojenin gücü)
ppm	: Milyonda bir birim (parts per million)
S	: Kükürt
SÇKM	: Suda çözünebilir kuru madde
Sn	: Kalay
TG	: %100 Toprak + Ticari Gübre
TSP	: Triple süper fosfat
Ni	: Nikel
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UV	: Ultraviyole (morötesi)
VC	: Vermikompost
v/v	: Hacim/Hacim
VK	: Vermikompost
VK1	: %97.5 Toprak + %2.5 Vermikompost, (w/w)
VK2	: %95 Toprak + %5 Vermikompost, (w/w)
VK3	: %90 Toprak + %10 Vermikompost, (w/w)
VK4	: %80 Toprak + %20 Vermikompost, (w/w)
w/w	: Ağırlık/Ağırlık
Zn	: Çinko
%	: Yüzde
°C	: Santigrat derece

TEŞEKKÜR

Tez danışmanlığımı yapan ve çalışma sürecimde benden yardımlarını ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Sayın Doç. Dr. Beyhan KİBAR'a, yüksek lisans ders ve tez aşamasında desteklerini aldığım Bahçe Bitkileri Bölümü Öğretim Üyelerine teşekkür ederim.

Tez çalışmamın kimyasal analiz kısmında benden yardımlarını esirgemeyen Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi Tohum Bilimleri ve Teknolojisi Bölümünden, Sayın Doç. Dr. Hakan KİBAR ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ferit SÖNMEZ'e teşekkür ederim.

Bu çalışmaya 2017.10.05.1194 nolu proje kapsamında destek sağlayan Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim.

Tez çalışmamın kurulumunda ve yetiştirme sürecinden hasadına kadar yardımlarını esirgemeyen, fikirleriyle bana yol gösteren ve bu süreçte stresli zamanlarımda benim yanımda olan babam Ahmet KARADEMİR, annem Gül KARADEMİR ve kardeşim Serdar KARADEMİR'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın ilk aşamasında ortam hazırlama ve tohum ekiminde yanımda olan ve yardımlarını esirgemeyen stresli zamanlarımda her zaman destek olan ve yol gösteren yakın dostum Ziraat Mühendisi Nazile DEMİR'e ve bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren yardımlarını esirgemeyen Yüksek Biyosistem Mühendisi Ziya ALTAŞ'a gönülden teşekkürlerimi sunarım.

Tüm eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen canım aileme en içten dileklerle teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusunun yeterli ve dengeli beslenebilmesini sağlamak, tarımsal faaliyetleri ve verimliliği artırmakla mümkündür. Türkiye'nin de içinde bulunduğu birçok ülke, kimyasal üretim girdilerini denetimsizce kullanarak maksimum verim elde etmeyi amaçlayan yoğun tarıma yönelmişlerdir (Turhan, 2005). Ülkemizde geleneksel tarım sisteminde bitkisel üretimde kimyasal gübre ve ilaçların aşırı miktarda ve bilinçsizce kullanılmasıyla tarımda sürdürülebilirlik sağlanamamakta, tarım topraklarımız hızla kirlenmekte, topraklardaki faydalı mikroorganizmalar tahrip edilmekte ve dolayısıyla toprak verimliliği azalmaktadır (Çakmakçı ve Erdoğan, 2008).

Yoğun ve bilinçsizce uygulanan kimyasal ilaç ve gübreler birim alandaki verimde bir yere kadar artış sağlamakta, fakat belirli bir süre sonra olumsuz etkileri açığa çıkmaktadır (Ceylan vd., 2000). Yüksek verim elde etmek amacıyla toprak yapısını bozan, çevre kirliliğine yol açan, ürün kalitesini azaltan, üretim maliyetini artıran bu uygulamalar insan ve çevre sağlığını da ciddi anlamda tehdit etmektedir (Demirtaş vd., 2012). Ayrıca, toksik etkiye sahip olan bu kimyasallar toprakta ve bitki dokularında birikerek besin zincirine girmektedir. Bu durum, kimyasal gübre ve ilaç kullanılarak yapılan tarımın sürdürülebilir olmadığını ortaya koymaktadır.

Tarımda gübreleme ile verimlilik arasında sıkı bir ilişki olduğu ortadadır. Bitki yetiştiriciliğinde daha verimli ve daha kaliteli ürün elde etmenin en önemli yollarından birisi gübrelemedir. Gübre, tarımsal üretimde en önemli girdilerden biri olup, tek başına verimi %50'ye yakın artırabilmektedir. Yeterli ve kaliteli ürün alabilmek için, toprakta yeterli ve dengeli düzeyde bitki besin elementi bulunması gerekmektedir. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de tarımsal verimliliği artırmak amacıyla çoğunlukla kimyasal (inorganik) gübreler kullanılmaktadır (Karaman ve Turan, 2012). Ülkemizde petrolden sonra en çok dövizin tahsis edildiği tarımsal girdi, kimyasal gübrelerdir. Gübre yeterli uygulanmadığında verim ve kalitede önemli kayıplar meydana gelmektedir. Buna karşılık, aşırı ve bilinçsizce yapılan kimyasal gübrelemenin toprak tuzluluğu, ağır metal birikimi, su kirliliği ve nitrat birikimine sebep olduğu ve bunun sonucunda insan ve çevre sağlığını olumsuz

etkilediği bildirilmektedir (Güler, 2004; Savcı, 2012). Bu nedenle, günümüzde azalan tarım topraklarının geleceğinin olumlu yönde etkilenmesi için tarımda sürdürülebilirliğin sağlanmasına odaklı olan yeni anlayış ile birlikte organik gübreler oldukça önem kazanmıştır. Dolayısıyla bozulan dengeyi yeniden sağlamak ve korumak için kimyasal gübre kullanımından mümkün olduğunca kaçınılarak organik gübrelerin tercih edilmesi gerekmektedir. Çevre ve toprak kirliliğini önleme ve gübreleme için harcanan aşırı kimyasal gübre giderlerini azaltma açısından bu konu son derece önemlidir. Yapılan çalışmalar organik gübrelerin bitki, toprak, çevre ve ekonomiye yararlı olduğunu göstermiştir.

Organik madde; toprağın birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerinde doğrudan etkili olan bir materyal olup sürdürülebilir bir toprak verimliliği için son derece önemlidir (Soyergin, 2006; Adiloğlu ve Sağlam, 2015). Türkiye toprakları organik madde bakımından genellikle fakirdir (Dinç vd., 2001). Sınırlı alanlar hariç ülkemizdeki toprakların organik madde içeriğinin %2'den daha az olduğu belirtilmektedir (Eyüpoğlu vd., 1995; Kacar, 1997). Toprağın doğal verimliliğinin korunabilmesi ve toprak verimliliğinin sürdürülebilirliği organik madde içeriğinin belirli bir düzeyde tutulması ile mümkündür. Bunun için ise azalan miktar kadar organik maddenin toprağa ilave edilmesi zorunludur. Toprak organik maddesini artırmak için kimyasal gübre kullanımı tek başına yeterli olamamakta, organik gübre takviyesi ile tarımsal üretim sürdürülebilir kılınabilmektedir (Bellitürk, 2016). Türkiye topraklarında organik maddenin %2'nin altında olması, organik madde miktarını artırmada organik gübrelerin önemini daha da artırmaktadır. Organik gübreler kullanılarak tarım topraklarının iyileştirilmesi, tarımda sürdürülebilirliğin sağlanması ve birim alandan daha az maliyetle verimin artırılması hedeflenmektedir. Organik gübreler toprak yapısını iyileştirmesi, iyi bir tekstür ve strüktür kazandırması, havalanma ile su ve besin elementi tutma kapasitesini artırması, toprak reaksiyonunu düzenlemesi, toprak mikroorganizmaları için hayati rolü nedeniyle bitkisel üretimde önemli bir yere sahiptir (Adiloğlu ve Eraslan, 2012).

Tüm dünyada tarımsal üretimde sürdürülebilirlik kavramına vurgu yapan ve organik üretim yöntemlerini teşvik eden yaklaşımların yaygınlaşması ve solucanların, organik atıkları kısa zamanda yüksek kalitede değerli bir ürüne dönüştürebilme kapasitelerinin anlaşılması ile ABD, Hindistan, Kanada ve Avrupa

ülkelerinde vermikültür adı verilen yeni bir tarımsal üretim sektörü ortaya çıkmıştır. Vermikültür; değişik amaçlar için toprak solucanlarının kültürünün yapılması işlemidir (Şimşek Erşahin, 2007). Vermikompost (solucan gübresi) ise organik atıkların solucanlar tarafından sindirilmeleri sırasında kompostlaştırılması sonucunda elde edilen yüksek ekonomik değere sahip organik bir üründür (Garg ve Gupta, 2009; Erşahin, 2010). Ayrıca, vermikest, kest veya biohumus olarak da adlandırılmaktadır (Edwards ve Bohlen, 1996; Şimşek Erşahin, 2007).

Organik gübreler arasında son yıllarda üretimi ve kullanımını gittikçe artan vermikompost, organik atıkların kullanımına yani onların geri dönüşümüne katkısı olan bir gübre çeşididir (Bellitürk ve Görres, 2012). Vermikompostlama işleminde organik atıklar ortamdaki mikroorganizmalarca fermentasyona uğratılmaktadır ve daha sonrasında bunlar solucanların sindirim sisteminden geçerken hızlandırılmış bir huminleşme ve toksik maddelerin uzaklaştırılması işlemine tabi tutulmaktadır (Şimşek Erşahin, 2007). Bu işlem sonucunda ince dokulu, torf benzeri, yüksek gözenekli, homojen yapıda, humus benzeri ve kokusuz bir materyal oluşmaktadır (Garg ve Gupta, 2009). Çok sayıda organik atık (sap, saman, hayvan gübresi, evsel meyve sebze atıkları, bahçe yaprak atıkları, atık kâğıt, talaş, vb.) vermikompost üretiminde kullanılabilir (Atiyeh vd., 2001; Arancon ve Edwards, 2005).

Vermikompost; çok yüksek gözeneklilik, havalandırma, drenaj, su tutma kapasitesi ve mikrobiyal aktiviteye sahiptir (Garg ve Gupta, 2009; Boran, 2015). Solucanlar tarafından elde edilen vermikompost başka hiçbir işlem uygulanmadan doğrudan toprağa verilebilmektedir. Vermikompostun içerisinde bulunan solucan mukusunun besin elementlerini çevreleyerek bunların yavaş bir şekilde ve bitkiler tarafından hemen kullanılabilir formda salınmalarını sağladığı bildirilmiştir (Doube ve Brown, 1998). Vermikompostun bitki büyüme ve bitki sağlığı üzerinde çok sayıda olumlu etkisinin olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle vermikompost tarımda kullanılan inorganik gübreler ve serada yetiştirme ortamları için umut verici bir alternatif olarak kabul edilmektedir (Lazcano ve Dominguez, 2011). Az miktarda kullanıldığında bile bitkilerin gelişmelerini önemli ölçüde artıran vermikompost, gerek peyzaj alanında, gerekse meyve ve sebze yetiştiriciliğinde etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Arancon ve Edwards, 2005).

Organik bir materyal olan vermikompost, içeriği itibariyle besin elementi zenginliği, toprak düzenleyici olması, bitkiyi dirençli hale getirme, hastalık ve zararlı riskini azaltma gibi birçok olumlu özelliğe sahiptir. Toprak organik madde miktarını artırmak ve toprak yapısını iyileştirmek amacıyla vermikompost iyi bir seçenek olarak düşünülmektedir. Vermikompost uygulamalarıyla birlikte, tarım toprakları ve yer altı suları gibi önemli kaynaklarımızın geleceğinin kontrol altına alınabileceği bildirilmektedir. Vermikompost, yavaş salınımlı olması ve kullanıldığı toprakta sağladığı fiziksel, kimyasal ve biyolojik iyileşmeler sebebiyle son yılların en gözde organik gübresidir. Vermikompost kullanımı toprak verimliliğini artırmakta; erozyonun önlenmesine ve sera gazlarını azaltarak küresel ısınmayı azaltmaya yardımcı olmaktadır (Sinha vd., 2013). Vermikompost, bugün için tarımda sürdürülebilirlik özelliğini destekleyen yöntemler içinde en yüksek ekonomik fayda sağlayan yöntem olmakla beraber, aynı zamanda büyük bir çevre sorunu haline gelen katı organik atıkların işlenmesinde ve değerlendirilmesinde güvenilir, ekonomik ve sürdürülebilir bir yöntem olarak çok yoğun bir şekilde uygulanmaktadır (Şimşek Erşahin, 2007).

Vermikompost bitki besin elementleri, faydalı toprak mikroorganizmaları, çeşitli enzimler, humus, organik madde ve büyüme hormonları bakımından oldukça zengindir (Edwards ve Bohlen, 1996; Özkan vd., 2016). Vermikompostun içerisindeki bitki besin elementlerinin %97'si (özellikle N, P ve K) bitki tarafından doğrudan alınabilir formdadır (Barley, 1961; Buchanan vd., 1988; Şimşek Erşahin, 2007). Vermikompostun 10-15 cm'lik üst toprakla karşılaştırıldığında 5 kat daha fazla azot ve potasyum, 7 kat daha fazla fosfor ve 3 kat daha fazla kalsiyum içerdiği bildirilmektedir (Barley, 1961). Vermikompost hem organik hem de konvansiyonel olarak yapılan tarımsal üretimde organik gübre ve toprak düzenleyicisi olarak geniş bir kullanım alanına sahiptir.

Çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda farklı bitki türlerinde vermikompostun bitki gelişimi, verim ve besin elementi alımı üzerine etkileri araştırılmıştır. Vermikompost uygulaması ile birçok sebze türünde bitki gelişimi, verim, kalite ve besin elementi içeriklerinin arttığı belirlenmiştir (Huerta ve vd., 2010; Joshi ve Vig, 2010; Sunaryo, 2010; Narkhede vd., 2011; Getnet ve Raja, 2013; John ve Prabha, 2013; Jadhav vd., 2014; Jahan vd., 2014; Kashem vd., 2015; Degwale, 2016; Alaboz vd., 2017; Durak vd., 2017; Köksal vd., 2017; Thuy vd.,

2017; Vaidyanathan ve Vijayalakshmi, 2017; Adiloğlu vd., 2018; Kenea ve Gedamu, 2018; Rekha vd., 2018). Ayrıca vermikompost kullanımının toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine olumlu katkılarının olduğu ve toprağın besin elementi içeriğini artırdığı yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Alam vd., 2007; ıtak vd., 2011; Tavalı vd., 2013; zkan ve Müftüoğlu, 2016; zkan vd., 2016; Zahmacioğlu, 2017). Vermikompostun farklı sebze türlerinde fide yetiştirme ortamı olarak da kullanılabilirliği üzerinde çalışmalar yapılmıştır (Atmaca, 2012; Farb, 2012; John ve Prabha, 2013; Ribeiro vd., 2013; Tan, 2014; Hernandez-Rodriguez vd., 2017).

Vermikompost birçok ülkede uzun yıllardır bilinmekte, üretilmekte ve yaygın olarak kullanılmaktadır (şimşek Erşahin, 2007). Ülkemizde ise yeni sayılabilecek nitelikte bir uygulamadır (Bellitürk ve Grres, 2012). Gerek topraktaki besin dengesinin sağlanmasında gerekse tarımsal ürünlerdeki miktar ve kalitenin artırılmasında vermikompost önemli bir etken oluşturmaktadır. Ayrıca, lkemizde var olan birçok tarımsal atık ya yakılmakta ya da uygun koşullar altında değerlendirilemediğinden çöpe atılmaktadır. Tarımsal atıkların değerlendirilmesi için en iyi yollardan birisi vermikompost kullanımıdır. Bu nedenle, ülkemiz şartlarında ekonomik ve çevreci bir materyal olan vermikompostun üretilmesi, kullanımının yaygınlaştırılması ve yararları konusunda çalışmaların yapılması ve sonuçlarının üreticilerle paylaşılması büyük önem taşımaktadır.

Ülkemiz, oldukça değişik ekolojik koşullara sahip olduğundan, pek çok sebze türünün yetiştiriciliğine olanak sağlar. in, Hindistan ve ABD'den sonra Türkiye dünyada dördüncü büyük sebze üreticisi ülke konumundadır. Sebze retimi, ülkemiz ekonomisinde önemli bir yere sahiptir. Türkiye sebze üretimi bakımından kendi kendine yeten ülkeler arasındadır (Abak, 2012; Yanmaz vd., 2015). Ülkemizde rtaltı sebze yetiştiriciliği; ekonomiye ve istihdama katkısı yanında yılın her mevsiminde taze sebze tketebilmeyi olanaklı kılması sebebiyle önemli bir yetiştiricilik şekli olup günümüzde en önemli tarımsal faaliyetlerden biri haline gelmiştir. Üreticilerin pazara daha erken ürün sunmasını ve birim alandan daha fazla ürün almasını sağlamaktadır (Arslan ve Yıldırım, 2012). Bununla birlikte, örtü altı yetiştiriciliğinde birim alanda yoğun bitki üretimi yapılması, monokültür uygulamaları, yoğun kimyasal kullanımı ve doğal yağışlardan yararlanma olmadığından dolayı topraklarda kirlenme ve yorgunluk artmaktadır. Dolayısıyla

günümüzde diğer tarımsal faaliyetlerde olduğu gibi örtü altı sebze yetiştiriciliğinde de sürdürülebilirliğin sağlanması öncelikli hedef haline gelmiştir.

Sebzeler diğer bitkilere göre daha fazla besin maddesine ihtiyaç duyduğu için sebze yetiştiriciliğinde gübrelemenin ayrı bir önemi vardır. Besin maddeleri, yeterince sağlanamazsa ya da bilinçsizce fazla uygulanırsa verim ve kalite olumsuz yönde etkilenmektedir. Sebzeçilikte verimi artırmak amacıyla yapılan gübrelemede büyük çoğunlukla kimyasal gübreler kullanılmaktadır. Türkiye’de uygulanan gübre miktarı Avrupa ülkelerinin bir hayli gerisinde olmasına karşın; özellikle sebze yetiştiriciliğinde gübre kullanım oranının yüksek olduğu bilinmektedir. Bu durum gereksiz gübre tüketimini artırmakta, ürün kalitesi hızla azalmakta, insan sağlığı ve çevreyi olumsuz etkilemektedir. Kimyasal gübre kullanımının gereğinden fazla olduğu sebze yetiştiriciliğinde uzun vadeli olarak insan sağlığını, çevreyi ve doğal kaynakları koruyan sürdürülebilir bir tarım sistemi sağlamak için kimyasal gübreler yerine çok yönlü olumlu etkisi olan vermikompost gibi organik gübrelerin kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Ülkemizde sebze yetiştiriciliğinde vermikompost gübresi kullanımı, son yıllarda giderek popüleritesi artan bir tarımsal faaliyettir ve hızla yaygınlaşmaktadır.

Marul (*Lactuca sativa* L.), *Compositae* (*Asteraceae*) familyasının *Lactuca* cinsine bağlı tek yıllık bir serin iklim sebzesidir. Marul bütün dünyada en çok yaprakları tüketilen sebzeler arasında yer almaktadır (Eşiyok, 2012). Marulun anavatanının Avrupa, Asya ve Kuzey Afrika ülkelerini içine alan geniş bir alan olduğu kabul edilmektedir (Günay, 1993; Vural vd., 2000; Günay, 2005). Marulun yaklaşık olarak 2500 yıldan beri kültürü yapılmaktadır. Dünyada uzun yıllardan beri tarımı yapılan ve severek tüketilen marul, yılın tamamında pazarlarda ve marketlerde bulunabilmektedir (Aybak, 2002). Marul form zenginliği en fazla olan sebzeler arasındadır. Sebze olarak taze yaprakları değerlendirilen marul, yüksek ticari öneme sahip türler arasında yer almaktadır (Eşiyok, 2012). Ülkemizin hemen hemen her yerinde açıkta veya örtü altında yetiştirilebilmektedir. Yetiştirme süresi 2-3 ay gibi kısa süreli olup, değişik mevsimlere uygun olarak ıslah edilmiş çeşitlerle arka arkaya bütün yıl boyunca üretim yapmak mümkündür. Ülkemizde 2017 yılı verilerine göre göbekli marul üretimi 223.449 ton, kıvrıkcık marul üretimi 185.070 ton ve aysberg marul üretimi 81.904 ton olmak üzere toplam marul üretimi 490.423 ton olarak tespit edilmiştir. Bu üretimin 1.607 tonunu Karabük ili karşılamaktadır (TÜİK, 2018).

Marul toprak isteği bakımından fazla seğici değildir. Ancak derin büniteli, organik maddece zengin, drenajı iyi, kumlu-tınlı topraklar marul yetiştiriciliğinde ideal topraklardır. Özellikle 25-30 cm'lik toprak tabakasında humuşa ve besin maddelerince zengin, tınlı kumlu veya kumlu tınlı topraklarda iyi gelişmektedir. Nemli ve serin iklim koşullarından hoşlanır. Optimum gelişme sıcaklığı, 15-18 °C'dir. Marul uzun gün bitkisi olup, yaz aylarında yüksek sıcaklıklarda baş bağlanması olumsuz etkilenmekte ve hızlı bir şekilde çiçeklenme göstermektedir. Marul, düşük sıcaklıklara ise kısa süre dayanabilmektedir. Bu nedenlerden dolayı, marul yetiştiriciliği ülkemizde ılıman yörelerde sonbahar, kış veya erken ilkbahar döneminde yapılmaktadır. Sıcak bölgelerdeki üretimini engelleyen en önemli iklim faktörleri sıcaklık ve gün uzunluğudur (Vural vd., 2000). Marul iklim koşullarının elverişli olduğu dönemlerde açık tarla koşullarında yetiştirilebilmektedir. İklim koşullarının elverişli olmadığı kış aylarında örtü altında, yaz aylarında ise yüksek yayla kesimlerinde verim ve kalite bakımından iyi sonuçlar alınmaktadır (Eşiyok, 2012).

İnsan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan marul önemli bir vitamin ve mineral madde kaynağıdır. Marul düşük kalorili ve iştah açıcı özelliği olan sebzeler arasında yer almaktadır. Protein ve yağ oranı yok denecek kadar azdır ve nişasta ihtiva etmemektedir. Marul iyi bir A, C ve E vitamini kaynağıdır. Antioksidanlar açısından zengin yüksek değerli bir salata sebzesidir (Nicolle vd., 2004). Yapraklarında antosiyanin içeren renkli yapraklı tipler karotenoidlerce zengindir (Eşiyok, 2012). 100 gr yenilebilir marulda 95 g su, 0.9-1.2 g protein, 0.2 g yağ, 1.2-2.9 g karbonhidrat, 10-15 kalori, 0.9 g kül, 22-26 mg Ca, 0.5-2 mg Fe, 9 mg Na, 175-264 mg K, 330-1900 IU A, 0.04-0.06 mg B1, 0.07 mg B2, 0.2-0.4 mg niacin, 6-18 mg C vitamini bulunmaktadır (Günay, 2005).

Marul organik maddeyi oldukça sevmektedir. Marul organik maddece zengin topraklarda hızlı gelişmekte ve kısa sürede hasat olgunluğuna gelmektedir (Vural vd., 2000). Marul gübrelemeye özellikle de azotlu gübrelemeye oldukça hassas bir tür olup gübreleme diğer şartlar eşit olduğunda verim ve kaliteyi etkileyen en önemli faktördür. Bununla birlikte, aşırı ve bilinçsiz kullanılan azotlu kimyasal gübreler bitki bünyesinde insan sağlığına zararlı olan nitrat birikimini artırmaktadır (Şensoy vd., 1996). Marul özellikle nitrat birikiminin en fazla olduğu sebze türlerinden biridir. Taze ağırlığında 621-12336 mg/kg nitrat bulunabilmektedir (Santamaria,

2006). Dolayısıyla, bitkinin gelişmesine yetecek miktardan daha fazla azotun toprağa verilmemesi gerekmektedir (Şalk vd., 2008). İnorganik gübrelemenin organik gübrelemeye göre marul ve salatalarda üç kat daha fazla nitrat birikimine neden olduğu bildirilmiştir (Özgen vd., 2011). Nitrat, kanser oluşumuna yol açabilen zararlı maddelere dönüşebilmektedir. Bazı ülkeler belirli düzeyin üzerinde nitrat içeren sebzelerin tüketimine ve ithalatına izin vermemektedir. Bu nedenle, marul yetiştiriciliğinde kimyasal gübrelerin yanında organik gübrelerin kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Kimyasal gübrelemeye hassas olan marul yetiştiriciliğinde verimlilik ve kalitenin artırılması, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısının iyileştirilmesi ve çevre kirliliğinin önlenmesi amacıyla vermikompost kullanımının toprak ve bitki verimliliği üzerindeki etkilerinin ortaya konulmasına gereksinim duyulmaktadır. Genellikle vermikompostun toprağa uygulanması sonucunda bitki gelişiminin ve toprak özelliklerinin önemli oranda ve olumlu yönde etkilendiği bilinmektedir. Ancak en doğru dozun hangi sebze için ne kadar olması gerektiği konusunda yeterli kaynak bulunmamaktadır. Dolayısıyla üreticilerin bu konuda bilgi ve tecrübeleri eksik kalmaktadır.

Bu çalışmada, son yıllarda giderek kullanımı artan bir organik gübre olan vermikompostun farklı oranlarda uygulanmasının Karabük koşullarında örtüaltı marul yetiştiriciliğinde bitki gelişimi, bazı kalite özellikleri ve besin elementi içeriği üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Marul ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Mordoğan vd. (2001) tarafından yapılan çalışmada azotlu gübrelemenin marul bitkisindeki azot birikimine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan azotlu gübre NH_4NO_3 0, 10, 20, 30 ve 40 kg/da dozlarında uygulanmıştır. Ayrıca 10 kg/da TSP (Triple süper fosfat) ve 15 kg/da K_2SO_4 olacak şekilde fosfor ve potasyum gübreleri kullanılmıştır. Sonuç olarak, fazla azotlu gübrelemenin marul bitkisinde azot, nitrat ve nitrit birikimine neden olduğu tespit edilmiştir. En yüksek verim 20 kg/da N dozunda belirlenmiştir.

Polat vd. (2001) farklı organik gübre uygulamalarının marulda verim, kalite ve bitki besin maddeleri alımı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla bir araştırma yapmışlardır. Çalışmada ST1: Sıvı Tavuk Gübresi (500 kg/da), ST2: Sıvı Tavuk Gübresi (750 kg/da), KT1+ ST: Katı Tavuk Gübresi (200 kg/da) + Sıvı Tavuk Gübresi (300 kg/da), KT2+ST: Katı Tavuk Gübresi (300 kg/da) + Sıvı Tavuk Gübresi (300 kg/da), KU1+ST: Kan Unu (50 kg/da) + Sıvı Tavuk Gübresi (300 kg/da), KU2+ST: Kan Unu (75 kg/da) + Sıvı Tavuk Gübresi (300 kg/da), K: Kontrol ve KG: Kimyasal Gübre (15 kg N/da) olmak üzere 7 farklı uygulama ele alınmıştır. Tüm organik gübre uygulamalarının verimde kontrole göre %56-212 oranında değişmekle birlikte önemli düzeyde etkili olduğu; KT2+ST uygulamasının diğer uygulamalarla kıyaslandığında baş boyu, kök boğazı çapı, baş ağırlığı ve verim üzerine etkisinin en yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Organik gübre uygulamalarının, topraktan kaldırılan bitki besin maddesi miktarı üzerine etkisi de istatistiksel olarak önemli bulunmuş, gübre uygulamalarının C vitamini içeriği, SCKM ve pH'ya etkisinin ise önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Demir vd. (2003)'nin organik tarıma uygun bir alanda yürüttükleri çalışmada bitkisel materyal olarak Lital ve Gloria marul çeşitleri kullanılmıştır. Araştırmada 6 farklı organik gübre kombinasyonu ve geleneksel NPK gübresi kullanılarak üretim yapılmıştır. Organik yetiştirme tekniğinin uygulandığı parsellere çiftlik gübresi ve kanununun yanında Coplex, Maxicrop, Ko Humax, Kelpak, deniz yosunu ve Ormin

K uygulanmıştır. Geleneksel yetiştiriciliğin yapıldığı kontrol parsellerine ise dikim öncesi triple süper fosfat, dikim sonrası vejetasyon süresince amonyum nitrat ve potasyum nitrat verilmiştir. Çalışmada mineral madde içeriği (K, Na, Mg, Ca, Cu, Zn, Mn ve Fe) bakımından her iki marul çeşidi arasında önemli bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca organik koşullarda ve geleneksel yöntemle yetiştirilen marulların mineral içeriklerinde belirlenen farklılıkların beklenilenden daha az olduğu belirlenmiştir.

Gül vd. (2003)'nin topraksız ortamda Iceberg marul yetiştiriciliğinde organik gübrenin etkisi üzerine yaptıkları çalışmada organik gübre materyali olarak yetiştirme ortamına ekim öncesi 200 g/bitki olacak şekilde sığır gübresi karıştırılmıştır. Sığır gübresinin erkencilik ve bitki gelişimi üzerine bir etkisinin bulunmadığı, organik gübrenin perlit ve tuf ortamında ana besin uygulaması olarak kullanılabileceği belirlenmiştir.

Çerçioğlu (2006) tütün atığı ve ahır gübresi karışımlarının baş salata yetiştiriciliğinde toprak özellikleri ve verime olan etkilerini araştırmıştır. Tütün atığı ve ahır gübresine ait çeşitli yüzdelerin uygulanması ile topraklara ait fiziksel özelliklerde genel olarak olumlu yönde artışlar saptanmıştır. Marul verimi özellikle %100 tütün tozu kompostunun kullanıldığı parsellerde 10.27 ton/da olarak belirlenmiştir. Ancak tütün tozundaki nikotin miktarını azaltmak için kompostlaştırılarak kullanılması önerilmiştir.

Duyar (2007) tarafından yapılan çalışmada yaz aylarında yapılan yeşil gübreleme ve dikim öncesi tavuk gübresi uygulamasının kış aylarında organik tarım üretim esaslarına uygun olarak yapılan baş salata yetiştiriciliğine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada yazlık yeşil gübre olarak, soya fasulyesi, mısır ve yem börülcesi kullanılmıştır. Ayrıca parsellere sertifikalı organik tavuk gübresi 0.75 ton/da ve 0 kg/da olarak uygulanmıştır. Toplam verim birinci yıl 5459.7-6097.8 g/m², ikinci yıl 4261.5-7430.6 g/m² arasında değişmiş, en yüksek verim tavuk gübreli mısır uygulamasından elde edilmiştir.

Pavlou vd. (2007)'nin yaptıkları çalışmada geç ilkbahar, geç sonbahar ve geç kış olmak üzere 3 farklı dönemde kıvırcık yapraklı salata yetiştirilmiştir. Kompostlaştırılmış koyun gübresini organik gübre olarak 3 farklı dozda kullanılmıştır. Ayrıca konvansiyonel gübrelemede 3 değişik azot dozu ele alınmıştır.

Organik ve konvansiyonel gübre uygulamalarının yetiştirme dönemlerine bağlı olarak etkilerinin de değiştiği, konvansiyonel gübrelemede uygulanan gübre dozuna bağlı olarak bitki boyunun 30.41-32.92 cm, baş genişliğinin ise 16.63-21.85 cm; organik gübrelemede ise bitki boyunun 29.24-31.94 cm, baş çapının ise 15.83-19.10 cm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar bitkide NPK birikiminin organik gübrelemede önemli ölçüde yüksek çıktığını ve nitrat birikiminin ise konvansiyonel gübrelemede daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Bilgi (2009) tarafından yapılan bir çalışmada marul bitkisinin verimi ve gelişimi üzerine humik asit, fulvik asit ve aminoasit içerikli Nidoplant, Nidominhumat, Lombrico, humell, Kal gübrelerinin etkileri 15-15-15 kompoze gübreli ve gübresiz (kontrol) ortamlarda yetiştirilen bitkilerle karşılaştırılmıştır. Bitki boyunda Lombrico; baş çapında K-Humell; baş oluşturma oranında Lombrico, Nidoplant ve Nidominhumat; tüketilebilir yaprak ağırlığında Lombrico, Nidominhumat ve Nidoplant; yaprak kuru ağırlığında Nidoplant ve Nidominhumat; kök boyunda Nidoplant; kök yaş ve kuru ağırlığında Nidoplant; yaprak eninde Nidoplant; yaprak boyunda Nidoplant ve Nidominhumat; yaprak sayısında Lombrico; klorofil miktarında Nidominhumat en başarılı uygulamalar olmuştur. Tüm organik içerikli gübrelerin 15-15-15 gübreli ve gübresiz uygulamalara göre marul bitki gelişimi ve verimini artırdığı saptanmıştır.

Rakıcı (2010) tarafından yapılan çalışmada organik ve konvansiyonel olarak yetiştirilen marul çeşitleri verim ve kalite özellikleri yönünden karşılaştırılmıştır. Çalışmada iki yıl boyunca ilkbahar döneminde Arapsacı, Artemis ve Lattughino marul çeşitleri yetiştirilmiştir. Tek bitki ağırlığı, taç boyu, taç çapı, pazarlanabilir yaprak sayısı, renk, pH değerleri bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar önemli bulunmamıştır. Fenolik bileşik içeriği, toplam klorofil miktarı, bitki başına tohum verimi ve 1000 tane ağırlığı bakımından konvansiyonel uygulamaların üstünlüğü gözlenirken, askorbik asit miktarı bakımından ise organik uygulamaların üstünlüğü tespit edilmiştir. Tohum testlerinde ise organik çeşitlerden elde edilen tohumlar daha iyi performans göstermiştir.

Çakmak (2011) tarafından yapılan çalışmada topraksız tarım koşullarında kıvrıkcık yapraklı salata yetiştiriciliğinde genotip, ekim zamanı ve organik gübre uygulamalarının verim ve kalite üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada Bohemia,

Funly ve Fonseca çeşitleri kullanılmıştır. Dikim 1 Temmuz ve 15 Temmuz olmak üzere 2 farklı zamanda yapılmıştır. Çalışmada konvansiyonel yetiştiricilikte sentetik gübreler kullanılmıştır. Organik yetiştiricilikte ise organik gübre olarak sertifikalı gübreler kullanılmıştır. Genotip, ekim zamanı ve yetiştirme şekline bağlı olarak pazarlanabilir baş ağırlığı 294.86-467.43 g; pazarlanabilir yaprak sayısı 17.70-44.37 adet/bitki; pazarlanabilir verim 26.74-42.39 ton/ha arasında değişmiştir. Organik gübrelemede verim, bitkisel özellikler, C vitamini içeriği ve pH daha yüksek bulunmuştur. Suda çözünebilir kuru madde ve titrasyon asitliği uygulamalara göre farklılık göstermemiştir. En iyi çeşit Funly olarak belirlenmiştir.

Öztürk (2011) farklı dikim zamanlarında kıvırcık yapraklı salatanın organik ve konvansiyonel yetiştiriciliğinin verim, kalite ve toprak özelliklerine etkisini araştırmıştır. Çalışmada Bohemia, Compania, Funly ve Fonseca çeşitleri kullanılmıştır. Tohum ekimleri 25 Mart, 25 Nisan, 25 Mayıs ve 25 Haziran tarihlerinde olmak üzere 4 farklı dönemde yapılmıştır. Çeşit, ekim zamanı ve yetiştirme şekline bağlı olarak pazarlanabilir yaprak sayısı 24-60.30 adet/bitki, pazarlanabilir baş ağırlığı 299.20-894.43 g, bitki boyu 15.37-30.30 cm, baş çapı 21.20-34.47 cm ve pazarlanabilir verim 1.99-5.96 ton/da arasında değişmiştir. Çalışmada ayrıca pH 5.32-6.30, suda çözünebilir kuru madde miktarı %2.07-4.47 ve C vitamini 19.16-22.17 mg/100g arasında değişmiştir. Verim ve kalite özellikleri ekim zamanlarına göre farklı olmakla beraber 4 ekim zamanında da organik yetiştiriciliğin yapılabileceği, Bohemia ve Fonseca çeşitlerinin daha uygun olduğu belirlenmiştir. Verim, bitki gelişimi ve kalite özellikleri bakımından konvansiyonel yetiştiricilik daha yüksek sonuç vermiş olmakla beraber organik yetiştiricilikte elde edilen sonuçlarla önemli farklılıklar oluşmamıştır.

Tüzel vd. (2011) 2 farklı yetiştirme sisteminde [agryl örtü altında (A+) ve açıkta yetiştirme (A-)] yapılan 3 farklı organik gübre uygulamasının [Biofarm (B), Biofarm + Humik Asit (BHa) ve Biofarm + Leonardit (BL)] marul (Yedikule) ile kıvırcık yapraklı salata (Arapsaçı) çeşitlerinde verim, kalite, bitki gelişimi ve toprak verimliliğine etkilerini araştırmışlardır. Sonuç olarak, kullanılan organik gübreler içerisinde 1. yıl BHa, 2. yıl B uygulaması en yüksek verimi vermiş ve organik salata ile marullardaki nitrat içeriği sınır değerlerden çok daha düşük bulunmuştur. Agryl örtü ve gübre uygulamalarının yapraklardaki besin element içeriğine önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Mohammed (2013) tarafından yapılan çalışmada marul yetiştiriciliğinde yeşil gübre olarak kullanılan bitkilerin verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Yeşil gübre olarak bakla, börülce, fasulye, fiğ ve mısır bitkileri kullanılmıştır. Ayrıca konvansiyonel üretimde tavsiye edilen ticari gübre uygulaması (dekara 15 kg N, 10 kg P₂O₅ ve 15 kg K₂O) ile hiç gübre uygulaması yapılmayan kontrol parselleri oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda yeşil gübrelemenin bitki gelişimi ve verim üzerine olumlu etkilerinin bulunduğu belirlenmiştir. Özellikle sonbahar döneminde yeşil gübre bitkisi olarak fiğın kullanıldığı parsellerde en yüksek verimin (5915.49 kg/da) elde edilmesi, yeşil bitkilerin suni gübrelerin ikamesi olarak kullanılma durumunu artırdığı belirlenmiştir.

Kul (2014) tarafından yapılan çalışmada balık gübresi, mineral gübre ve kombinasyonlarının marulda bitki gelişimi ve besin elementi içeriği üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışma 3 farklı gübre uygulaması (mineral gübre-MG, balık gübresi-BG ve mineral gübre + balık gübresi-MG+BG), 4 farklı doz (0, 10, 15 ve 20 kg/da N) ve 3 tekerrürlü olarak saksı denemesi şeklinde yürütülmüştür. Araştırma bulgularına göre uygulamalar ve dozlar arasında önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. MG+BG uygulaması bitki genişliği, bitki boyu, yaprak sayısı, bitki yaş ağırlığı, gövde çapı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığını kontrol uygulamasına göre önemli seviyede arttırırken; 10 kg/da ve 15 kg/da dozları en etkin dozlar olarak belirlenmiştir. Balık gübresi ve mineral gübre uygulamalarının marulda bitki besin elementi içeriği üzerine etkisi istatistiki anlamda önemli bulunmuştur. En fazla K, Ca, Mn ve Fe içerikleri BG uygulamasının 20 kg/da dozunda tespit edilmiştir. En fazla P, Mg ve Zn içeriği BG ve MG+BG uygulamalarında tespit edilmiştir. Sonuç olarak, balık gübresinin sürdürülebilir tarımda alternatif gübre olarak kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

Köse (2015) humus ve humik asit uygulamalarının marulda besin elementi alımı ve verim üzerine etkilerini araştırmıştır. Denemede topraktan 0, 25, 50 ve 100 kg/da humus ile birlikte 0, 1500 ve 3000 ml/da humik asit dozu uygulaması yapılmıştır. Araştırma sonucuna göre humus ve humik asit uygulamalarının verim, yaprak sayısı, yaprak uzunluğu, yaprak genişliği, kuru madde oranı ile bitkilerin K, Mg, B, Zn, Fe ve Mn içerikleri üzerine etkileri önemli bulunmuştur. Humus ve humik asidin en yüksek doz uygulamalarının kontrol parsellerine göre verimi yaklaşık 2 kat artırdığı gözlenmiştir.

Topaklı Solak (2016) çalışmasında Çanakkale şartlarında tarla ve tünel altında kıvırcık salata yetiştirme olanaklarını araştırmıştır. Campania çeşidinin kullanıldığı çalışmada tarlada, alçak ve yüksek tünelde 4 farklı fide dikim zamanının (Kasım, Aralık, Şubat ve Mart) kıvırcık salatanın bitki gelişmesi ve verime etkisi incelenmiştir. Kasım ve Aralık döneminde açık tarla koşullarında don zararı görülmüş ve sağlıklı sonuçlar alınamamıştır. Sonuç olarak, en yüksek pazarlanabilir verim 5.6-6.7 ton/da arasında sırasıyla alçak ve yüksek tünellerde 01.02.2015 ve 01.03.2015 tarihinde yapılan dikimlerde bulunmuştur. En yüksek bitki baş ağırlığı alçak ve yüksek tünellerde 01.02.2015 ve 01.03.2015 tarihli dikim zamanında 236.5-279.8 g/baş aralığında elde edilmiştir. Ortalama bitki baş ağırlığı incelendiğinde 01.03.2015 tarihli dikim zamanında alçak ve yüksek tünel yetiştirme şekillerinde istatistiksel bir farka rastlanmamıştır ve 310.5 g/bitki ve 300.8 g/bitki değerleri ile en yüksek bitki baş ağırlığını vermişlerdir.

2.2. Farklı Sebze Türlerinde Vermikompost Kullanımı ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Premuzic vd. (2002)'nin yaptıkları çalışmada marulda farklı organik ve inorganik gübre uygulamalarının verim ve kaliteye etkisi araştırılmıştır. Çalışmada 2 organik (kompost ve vermikompost) ve 2 inorganik gübre (%94 Ca (NO₃)₂ + %6 NH₄NO₃ ve %74 Ca (NO₃)₂ + %6 NH₄NO₃ + %20 üre) ile kontrol uygulaması denenmiştir. Uygulamalar arasında verim ve nitrat içeriği bakımından önemli bir farklılık saptanmıştır. Bununla birlikte, kuru madde içeriği ve C vitamini açısından farklılık saptanmamıştır. Vermikompost uygulaması ile 74-6-20 inorganik gübre uygulamasında en yüksek verim elde edilmiştir. İnorganik gübre uygulamalarında organik gübre uygulamalarına göre daha düşük C vitamini içeriği ve daha yüksek nitrat içeriği belirlenmiştir. Çalışmada en iyi sonuçlar yüksek verim, düşük nitrat içeriği ve yüksek C vitamini içeriği ile vermikompost uygulamasından elde edilmiştir.

Ali vd. (2007) vermikompost ve kompostun marulun büyüme özelliklerine etkisini değerlendirmişlerdir. Çalışmada 1) vermicompost, 2) kompost, 3) 50/50 (vermikompost/kompost, v/v) ve 4) 20/80 (vermikompost/kompost, v/v) olmak üzere 4 uygulama incelenmiştir. Bitki biyokütle üretiminin en iyi 4 nolu uygulamada (20/80, vermikompost/kompost) olduğu, onu 3 nolu uygulamanın izlediği

belirlenmiştir. Vermikompost ve kompostun tek başına kullanıldığı ortamlarda daha zayıf büyüme gözlenmiştir. Vermikompostun tek başına kullanıldığı ortamda klorofil içeriği, bitki yaş ve kuru ağırlığı, azot ve potasyum içeriği en düşük bulunmuştur.

Prabha vd. (2007) patlıcan ve bamyada vermikompost, inorganik gübre ve çiftlik gübresinin kök uzunluğu, sürgün uzunluğu ve bitkideki yaprak sayısı gibi büyüme parametreleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda en iyi bitki büyümesinin vermikompost uygulamasında olduğu belirlenmiştir.

Ansari (2008) vermikompost uygulamasının patates, ıspanak ve şalgamın verimliliği üzerine etkisini araştırmıştır. Çalışmada vermikompost 4, 5 ve 6 ton/ha olacak şekilde uygulanmıştır. Çalışmada her üç türde de vermikompost uygulamalarında verim kontrole göre daha yüksek bulunmuştur. Patates ve şalgamda en yüksek verim 6 ton/ha vermikompost uygulamasından, ıspanakta ise 4 ton/ha vermikompost uygulamasından elde edilmiştir.

Azarmi vd. (2008) farklı oranlarda vermikompost uygulamasının (0, 5, 10 ve 15 t/ha) domateste büyüme, verim ve besin durumu üzerine etkisini araştırmışlardır. Bitkideki yaprak sayısı, yaprak alanı, sürgün kuru ağırlığı, K, P, Fe, Mn, Zn ve Cu içeriği bakımından en yüksek değerler 15 t/ha vermikompost uygulamasından elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda 15 t/ha vermikompost uygulamasının kontrole göre büyüme ve verimi önemli oranda artırdığı belirlenmiştir. Vermikompost oranı arttıkça büyüme ve verim parametreleri de artış göstermiştir.

Peyvast vd. (2008) serada yaptıkları çalışmada farklı miktarlarda vermikompostun (%0, 10, 20 ve 30) ıspanağın büyüme ve verimine etkisini araştırmışlardır. Vermikompost uygulamaları kontrole göre bitki boyu ve yaprak sayısını artırmıştır. Çalışmada en yüksek yaprak alanı, suda çözünebilir toplam kuru madde miktarı, potasyum, fosfor, azot, kalsiyum, magnezyum, demir, bakır, manganez ve çinko içeriği toprağa %10 oranında vermikompost ilavesinde saptanmıştır.

Amresh (2009) yaptığı çalışmada NPK ve vermikompostun karnabaharda büyüme ve verim üzerine etkisini araştırmıştır. Çalışmada NPK'nın 5 farklı seviyesi (önerilen NPK dozunun %0, 50, 75, 100 ve 125'i) ve vermikompostun 4 farklı seviyesi (0, 2.5, 5.0 ve 7.5 t/ha) ele alınmıştır. En yüksek verim önerilen NPK

dozunun %125'i uygulandığında elde edilmiştir. Bitki boyu, bitki eni, gövde çapı, yaprak sayısı gibi büyüme parametreleri de vermikompostun artan dozları ile artmış, en yüksek değerler 7.5 t/ha uygulamasından elde edilmiştir. Aynı şekilde, en yüksek verim 7.5 t/ha uygulamasında belirlenmiştir.

Hernandez vd. (2010) tarafından vermikompost ve kompostun marulda bitki büyümesi ve besin içeriği üzerindeki etkisini incelemek amacıyla bir sera çalışması yapılmıştır. Çalışmada 2 organik (vermikompost ve kompost) ve 1 inorganik gübre (üre) kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda en yüksek bitki ağırlığı ile en yüksek N ve K içeriği inorganik gübrede belirlenmiştir. Organik gübre uygulamalarında Ca, Mg ve Mn içeriği inorganik gübreye göre daha yüksek bulunmuştur. Vermikompost uygulamasında, kompost uygulamasına kıyasla Mg, Fe, Zn, Cu içeriği daha yüksek, buna karşılık Na içeriği daha düşük bulunmuştur.

Huerta vd. (2010) yaptıkları çalışmada vermikompostun biberde büyüme ve verim üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda vermikompost içeren ortamda yetiştirilen bitkilerde meyve üretimi önemli ölçüde daha fazla olmuştur. Vermikompost meyve ağırlığını, meyve boyunu ve bitkideki yaprak sayısını artırmıştır.

Sunaryo (2010) marulda büyüme ve besin içeriği üzerine vermikompostun etkisini araştırmıştır. Çalışmanın sonucunda vermikompost uygulamasının marulda NPK gübresi uygulamasına göre daha iyi bir bitki büyümesi gösterdiği belirlenmiştir. Vermikompost uygulanmasının protein içeriği NPK gübresi uygulamasına benzer bulunmuştur. Vermikompost uygulamasında NPK gübresi uygulamasına kıyasla daha yüksek C vitamini elde edilmiştir. Bununla birlikte, vermikompost uygulaması NPK gübresi uygulamasına göre marulda daha düşük Fe içeriği ve karoten içeriğine neden olmuştur.

Joshi ve Vig (2010) vermikompostun domateste büyüme, verim ve kalite üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmada farklı oranlarda toprak ve vermikompostun (VC) kullanıldığı toprak (kontrol), VC15 (Toprak +%15 VC), VC30 (Toprak +%30 VC) ve VC45 (Toprak +%45 VC) olmak üzere 4 farklı uygulama ele alınmıştır. En yüksek çimlenme yüzdesi VC15 uygulamasında belirlenmiştir. Vermikompost uygulamalarında hemen hemen tüm büyüme, verim ve kalite parametreleri kontrole göre önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur.

Çıtak vd. (2011)'nin açık tarla koşullarında kış döneminde yürüttükleri bir çalışmada, farklı dozlarda vermikompost ($VC_1=100$ kg/da; $VC_2=200$ kg/da), ahır gübresi ($AG_1=1500$ kg/da; $AG_2=3000$ kg/da) ve hiçbir muamele yapılmayan kontrol uygulamalarının ıspanak bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliğine etkileri araştırılmıştır. Yaprak sayısı, bitki boyu, yaprak sapı uzunluğu, yaprak sapı kalınlığı, gövde kalınlığı ve verim üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Genel olarak bitki gelişimi, verim, mineral madde içeriği ve toprak verimliliği bakımından AG_2 uygulamasının daha iyi sonuçlar verdiği, VC 'li uygulamaların da kontrole oranla önemli artışlar gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle bitkinin Fe içeriği ile toprağın Ca içeriği üzerine VC_2 uygulaması en iyi sonucu vermiştir.

Jaipaul vd. (2011) bezelyede organik (çiftlik gübresi, tavuk gübresi ve vermikompost), mikrobiyal (azotobacter, *Rhizobium*, fosfor çözücü bakteri) ve kimyasal (2.5 kg N + 7.5 kg P_2O_5 + 5 kg K_2O + çiftlik gübresi 500 kg/da) gübreler ile bunların kombinasyonlarının büyüme ve verim üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bezelyede en yüksek bitki boyu tavuk gübresi (500 kg/da) + mikrobiyal gübreler ile elde edilirken bu değeri kimyasal + çiftlik gübresi (500 kg/da) + mikrobiyal gübre kombinasyonunun verildiği parseller izlemiştir. En düşük bitki boyu ise sadece organik gübrelerin kombine edildiği parsellerde [çiftlik gübresi (1 ton/da) + tavuk gübresi (150 kg/da) + vermikompost (150 kg/da) + mikrobiyal gübre] belirlenmiştir. Kimyasal ve organik gübrelerin kombine edildiği uygulama; bakla boyu ve baklada tane sayısı değerlerinde de olumlu etki göstermiş olup, dekara bakla verimi bakımından ilk sırada yer almıştır.

Narkhede vd. (2011) yaptıkları çalışmada kimyasal gübre ve vermikompostun biberde bitki büyümesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Kimyasal gübre olarak üre kullanılmıştır. Gübreler %0, 5, 10, 15 ve 20 oranında uygulanmıştır. Vermikompost uygulamalarında bitki boyu, yaprak sayısı, tomurcuk sayısı, meyve sayısı, bitki yaş ve kuru ağırlığı bakımından kontrole göre önemli artışlar gözlenmiştir. Klorofil içeriği ile tüm büyüme ve verim parametreleri bakımından en yüksek değerler %20 vermikompost uygulamasında tespit edilmiştir.

Singh vd. (2011) vermikompost ve NPK inorganik gübre uygulamalarının fasulyede bitki büyümesi ve verim üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada N1:

NPK (30:50:40 kg/ha), N2: NPK (22.5:37.5:30 kg/ha) + vermicompost (1.25 t/ha), N3: NPK (15:25:20 kg/ha) + vermicompost (2.5 t/ha), N4: NPK (7.5:12.5:10 kg/ha) + vermicompost (3.75 t/ha) ve N5: vermicompost (5 t/ha) olmak üzere 5 farklı uygulama ele alınmıştır. Sürgün uzunluğu, ana dal sayısı, sürgün yaş ve kuru ağırlığı, bitkideki nodül sayısı, bitkideki yaprak sayısı, yaprak alanı, yaprak ağırlığı gibi büyüme özellikleri ile bitkideki bakla sayısı, bakla ağırlığı, bakla uzunluğu, bakla verimi gibi verim özellikleri bakımından en iyi sonuçlar N3 ve N4 uygulamalarında belirlenmiştir.

Atmaca (2012) tarafından yapılan çalışmada fide yetiştirme ortamı olarak vermikompost kullanımının etkileri araştırılmıştır. Organik ve konvansiyonel olarak yetiştirilen domates ve hıyar fideleri torf (%100) ve vermikompost (VC) (%100) ile bunların değişik oranlarda (%10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 ve 90 VC) karışımlarından elde edilen ortamlarda yetiştirilmişlerdir. Uygulamaların iki ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde fide gelişimine ve serada organik olarak yapılan üretimde verim ve meyve kalitesi ile ilgili parametrelere etkileri saptanmıştır. Konvansiyonel domates fide üretiminde her üç dönemde de en düşük fide boyu %100 VC kullanılan konuda görülürken, organik fidelerde ilkbahar dönemlerinde torfa göre VC karışımlarında daha yüksek bitki boyu elde edilmiştir. Yüksek VC oranının sonbaharda domates, ilkbaharda ise hıyarda daha yüksek bitki biyomasına neden olduğu; kök biyomaslarının ise artan VC oranları ile arttığı belirlenmiştir. En yüksek toplam verim domatesten sonbaharda torfa %80 ve %90 VC, ilkbaharda %10 VC ilave edilmiş ortamlarda; hıyarda ise sonbaharda uygulamaların toplam verim üzerine etkisi önemsiz çıkarken, ilkbaharda torfa %40 ve 50 VC ilave edilmiş ortamlar ile saf VC ortamlarında yetiştirilen fidelerden gelişen bitkilerden elde edilmiştir. Sonuç olarak, %40 ile %60 arasında değişen VC karışımları biyomas üzerine olan etkileri nedeniyle ön plana çıkmıştır.

Farb (2012) vermikompostun pak choi ve marulda fide büyümesi üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmada vermikompost, termofilik kompost ve ticari fide ortamı kullanılmıştır. Tohum çimlenmesi üzerinde %10 vermikompost uygulaması kontrole göre negatif etkiye sahip bulunmuştur. Bununla birlikte, fide büyümesi vermikompost uygulamasında önemli derecede daha yüksek bulunmuştur. Ele alınan tüm uygulamalar arasında optimum fide büyümesi %20-30 vermikompost uygulamasında sağlanmıştır.

Gandhi ve Sundari (2012) tarafından yapılan çalışmada inek gübresi ve sucul bitkilerden (*Azolla* ve *Eichhornia*) elde edilen vermikompostun patlıcanda büyüme ve verim üzerine etkisi incelenmiştir. Sera koşullarında saksılarda yürütülen çalışmada 4 farklı uygulama (T1: Kontrol, T2: İnek gübresi vermikompostu, T3: *Azolla* vermikompostu ve T4: *Eichhornia* vermikompostu) ele alınmıştır. Çalışmada bitki boyu, bitki başına yaprak sayısı gibi büyüme parametreleri bakımından ve bitki başına meyve sayısı, meyve boyu ve eni gibi verim parametreleri bakımından en yüksek değerler T3 uygulamasında belirlenmiştir. Araştırma, vermikompostun biyokimyasal özelliklerinin patlıcanın büyüme ve gelişmesinde önemli bir rol oynadığını açıkça ortaya koymuştur.

Leon vd. (2012) vermikompost uygulamasının 2 farklı ticari marul çeşidinde (Brisa ve Dagan) büyüme parametreleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Her iki çeşit için de 2 farklı uygulama (N0: kontrol ve N1: vermikompost uygulaması, 24 t/ha) ele alınmıştır. Yaprak sayısı, yaprak alanı, yaş ağırlık ve verim vermikomposttan etkilenmemiştir. Nitrat içeriği ise vermikompost uygulamasında kontrole göre düşük bulunmuştur.

Meenakumari ve Shekhar (2012) yapmış oldukları çalışmada farklı gübre uygulamalarının domateste büyüme ve verim üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada 6 farklı uygulama (T1: kontrol, T2: NPK kimyasal gübre, T3: çiftlik gübresi, T4: vermikompost, T5: %50 Çiftlik gübresi + %50 NPK kimyasal gübre ve T6: %50 vermikompost + %50 NPK kimyasal gübre) denenmiştir. Yaprak taze ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı, meyve kuru ağırlığı, bitkideki dal sayısı ve bitkideki meyve sayısı bakımından T6 ve T5 uygulamalarından daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Srivastava vd. (2012)'nin yürüttükleri çalışmada vermikompost ve mineral gübre uygulamalarının soğanda büyüme üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada 1) kontrol, 2) vermikompost (10 Mg/ha), 3) ticari mineral gübre (NPK, 100:80:80) ve 4) vermikompost + mineral gübre kombinasyonu (1:1 oranında) olmak üzere 4 farklı uygulama ele alınmıştır. Soğan çapı, baş ağırlığı, yaprak uzunluğu, yaprak sayısı gibi büyüme parametreleri ile toplam klorofil, karotenoid, toplam şeker ve protein içeriği gibi biyokimyasal özellikler bakımından en yüksek değerler vermikompost ve mineral gübre kombinasyonunda belirlenmiştir. Vermikompost ve mineral gübre

kombinasyonu kontrol ile karşılaştırıldığında soğan çapında %54 ve soğan taze ağırlığında %198'lik bir artış sağlamıştır. Sonuç olarak, mineral gübre ve vermikompost kombinasyonunun mineral gübre veya vermikompostun tek başına uygulanmasına kıyasla, bitki büyümesini daha iyi desteklediği belirlenmiştir.

Vanmathi ve Selvakumari (2012) vermikompost ve inorganik gübrenin (üre) bamyada büyüme ve verim üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada kontrol (T0), vermikompost (T1) ve üre (T2) olmak üzere 3 uygulama ele alınmıştır. Vermikompostun bitkinin büyümesi için ideal olduğu belirlenmiştir. En yüksek çimlenme yüzdesi, sürgün uzunluğu ve verim vermikompost uygulamasında belirlenmiştir. Onu üre uygulaması izlemiş olup, en düşük değerler kontrol uygulamasında kaydedilmiştir.

Vigardt (2012) yaptığı çalışmada vermikompostun ıspanak ve biberde büyüme ve besin içeriği üzerine etkisini incelemiştir. Ispanak denemesinde kum:toprak:torf (1:1:1) ortamına %0, 25, 50 ve 75 oranında vermikompost ilave edilmiştir. Ispanakta taze yaprak ağırlığı, yaprak alanı, yaprak sayısı, bitki boyu, askorbik asit içeriği ve nitrat içeriği bakımından en yüksek değerler %50 ve %75 vermikompost uygulamalarında gözlenmiştir. Biber denemesinde ise 1) vermikompost, 2) kompost, 3) standart gübre uygulaması (NPK, 12:12:12, 212 t/ha) ve 4) kontrol olmak üzere 4 farklı uygulama denenmiştir. Biberde bitki boyu, klorofil içeriği, askorbik asit içeriği, verim, azot, fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum içeriği bakımından uygulamalar arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir.

Abduli vd. (2013) domates bitkisinin kalitatif ve kantitatif büyümesi üzerine vermikompostun etkisini incelemiştir. Çalışmada 4 farklı oranda (1:1, 2:1, 3:1 ve 4:1) vermikompost:toprak karışımı kullanılmıştır. Dikimden sonraki 90. günde en yüksek bitki boyu ve bitki verimliliği 1:1 oranında vermikompost:toprak karışımında, en yüksek bitkideki yaprak sayısı ise 2:1 oranında vermikompost:toprak karışımında gözlenmiştir. Vermikompost oranı arttıkça C vitamini miktarı ve toplam şeker içeriğinin de önemli oranda arttığı belirlenmiştir.

Alsina vd. (2013) yaptıkları çalışmada vermikompostun turpta büyüme üzerine etkisini incelemiştir. Sera koşullarında yürütülen çalışmada vermikompost 1:1, 1:2, 1:4 ve 1:8 (v/v) oranlarında torf ile karıştırılmıştır. Kontrol olarak sadece torfun kullanıldığı ve 50 g/m² inorganik gübre (NPK, 11:11:22) ilave edilen ortam

kullanılmıştır. Tohum çimlenmesi 1:1 ve 1:2 oranında vermikompost:torf ortamlarında önemli derecede düşmüştür. Kök ağırlığı 1:2 oranında vermikompost:torf ortamında yüksek bulunmuştur. Vermikompost oranı azaldıkça bitki boyu ve bitki ağırlığı da azalmıştır.

Getnet ve Raja (2013) tarafından yapılan çalışmada vermikompostun lahanada büyüme ve verim üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Vermikompost 25, 50, 100 ve 200 g/bitki olacak şekilde 4 farklı oranda uygulanmıştır. Bitkideki yaprak sayısı, yaprak uzunluğu, yaprak genişliği, bitki boyu, kök uzunluğu, baş çevresi ve baş ağırlığı bakımından vermikompost uygulamalarından kontrole göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. Tüm büyüme ve verim parametreleri vermikompost dozu arttıkça artmıştır. Çalışmanın sonucunda 200 g/bitki vermikompost dozu lahana için en uygun bulunmuştur.

John ve Prabha (2013) yürüttükleri çalışmada vermikompostun biber fidelerinde büyüme üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada kontrol, kimyasal gübre ve vermikompost olmak üzere 3 uygulama ele alınmıştır. Sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, yaprak sayısı gibi büyüme parametreleri ile ilgili en yüksek değerler vermikompost uygulamasından elde edilmiştir.

Karabıyık (2013) tarafından yapılan çalışmada organik üretim sisteminde vermikompost ve biofarm uygulanarak yetiştirilen havuçların β -karoten, antioksidan, fenolik, organik asit ve şeker içerikleri incelenmiştir. Çalışmada Nantes, Cosmic Purple ve Atomic Red çeşitleri kullanılmıştır. SÇKM miktarı bakımından vermikompost uygulamasından biofarm ve kontrole göre daha düşük değerler elde edilmiştir. En yüksek fenolik içeriği biofarm uygulamasında tespit edilmiştir. Vermikompost uygulamasında fenolik içeriği biofarm uygulamasından daha düşük bulunmuştur. Antioksidan kapasitesinin en yüksek olduğu uygulama biofarm olarak belirlenmiştir. Vermikompost uygulamasının biofarma göre çeşitlerin β -karoten içeriğini artırmada daha etkili olduğu gözlenmiştir. Fruktoz, glikoz ve toplam şeker içeriği bakımından vermikompost uygulamasından biofarm ve kontrole göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. Organik asit miktarı bakımından biofarm ve vermikompost uygulamaları istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır.

Ribeiro vd. (2013) kompost ve vermikompost ilave edilen Hindistan cevizi lifi ortamında marulda fide büyümesini incelemişlerdir. Çalışmada Hindistan cevizi

lifine %20, 40 ve 60 oranında kompost ve vermikompost ilave edilen ortamlar tek başına Hindistan cevizi lifinin kullanıldığı ortam ve ticari fide üretim ortamı (kontrol) ile karşılaştırılmıştır. Kompost ve vermikompost tohum çimlenmesini etkilememiştir fakat fide yaş ve kuru ağırlığı ile yaprak sayısını artırmıştır. Fide büyümesi %40 ve 60 oranında kompost ve vermikompost ilave edilen ortamlarda kontrol ortamına göre daha iyi bulunmuştur.

Tavalı vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada vermikompostun karnabaharın verim, kalite ve mineral beslenme durumu üzerine etkisi araştırılmıştır. Açık tarla koşullarında yürütülen araştırmada gübreleme materyali olarak vermikompostun yanı sıra kimyasal gübreler de kullanılmış olup uygulama konuları şu şekilde sıralanmıştır: K-0 (kontrol), VK-0 (0 kg/da vermikompost + N:P:K), VK-1 (100 kg/da vermikompost + N:P:K), VK-2 (200 kg/da vermikompost + N:P:K), VK-4 (400 kg/da vermikompost + N:P:K) ve VK-8 (800 kg/da vermikompost + N:P:K). Elde edilen sonuçlara göre vermikompost uygulaması karnabaharın kalite özelliklerini, mineral beslenme durumunu ve dekara verim değerlerini kontrole göre istatistiksel düzeyde olumlu yönde etkilemiştir. Ancak, en yüksek vermikompost dozunda (VK-8) karnabaharın veriminde azalma gözlemlenmiştir. Ayrıca, taç çapı ile karnabahar verimi arasında pozitif ilişki belirlenirken, taç çapı ile azot (N), potasyum (K) ve demir (Fe) değerleri arasında negatif ilişki tespit edilmiştir. Çalışmada karnabahar yetiştiriciliğinde kimyasal gübrelemeye (6 kg/da N, 3 kg/da P₂O₅, 6 kg/da K₂O) ek olarak vermikompostun 200 ila 400 kg/da dozlarında uygulanmasının uygun olabileceği sonucuna varılmıştır.

Alidadi vd. (2014) yaptıkları çalışmada farklı miktarlarda uygulanan (250, 375, 500 ve 625 g/m²) vermikompost ve inek gübresinin domateste çimlenme, bitki büyümesi ve verim üzerine etkilerini karşılaştırmışlardır. Çalışmada 500 g/m² vermikompost dozunda verim önemli derecede artmıştır. Vermikompost uygulamasında toplam verim inek gübresine göre daha yüksek bulunmuştur.

Çıtak (2014) yaptığı çalışmada farklı organik gübreler ile toprak düzenleyicinin brokkoli ve havuç yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkilerini araştırmıştır. Çalışmada; yanmış ahır gübresi (AG), vermikompost (VC) ve leonardit (L)'in tekli ve farklı karışımları ve kimyasal gübre uygulaması yapılmıştır. Brokkolide vitamin C ve nitrat içeriği için %50 VC + %50 AG uygulaması, havuçta ise %33 AG + %33

VC + %33 L uygulaması, antioksidan aktiviteleri için ise brokkolide %100 AG ve havuçta %100 VC uygulamaları en etkin uygulamalar olarak belirlenmiştir. Makro element içerikleri bakımından her iki bitki için de %50 VC + %50 AG, mikro element içerikleri bakımından brokkolide %50 L + %50 VC ve havuçta ise %50 VC + %50 AG uygulamaları en etkili uygulamalar olarak bulunmuştur. Bitki gelişimi ve verim her iki bitkide de kimyasal gübrelemede en iyi sonuçları vermiş ancak %50 VC + %50 AG uygulamasının organik uygulamalar içerisinde oldukça etkili olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda %50 VC + %50 AG'nin her iki bitkide başarı ile kullanılabileceği ve kimyasal gübrelemeye yaklaşabilecek potansiyelde olduğu belirlenmiştir.

Dhanalakshmi vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada bamyaya, patlıcan, domates ve biberde bitki büyümesi üzerine vermikompost ilavesinin etkisi değerlendirilmiştir. Çalışmada T0: kontrol, T1: 1 kg toprak + 250 g vermikompost (%25), T2: 1 kg toprak + 500 g vermikompost (%50), T3: 1 kg toprak + 750 g vermikompost (%75) ve T4: 1kg toprak + 1000 g vermikompost (%100) olmak üzere 5 farklı uygulama ele alınmıştır. Bamyaya, patlıcan ve biberde en yüksek tohum çimlenme yüzdesi T2 uygulamasında, domateste ise T3 uygulamasında kaydedilmiştir. T4 uygulamasında domates ve bamyada önemli oranda erken çimlenme kaydedilmiştir. T2 ve T3 uygulamalarında kök uzunluğu, sürgün uzunluğu, dal sayısı ve yaprak sayısı ve bitkideki meyve sayısının arttığı belirlenmiştir. Çimlenme özellikleri ve büyüme parametreleri bakımından vermikompost uygulamalarında kontrole göre daha iyi sonuçlar alınmıştır.

Gopinathan ve Prakash (2014) biyo-gübre ile zenginleştirilmiş vermikompostun domateste büyüme ve verim üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada T0: toprak (kontrol), T1: toprak + NPK, T2: toprak + biyo gübre (*Azospirillum*), T3: toprak + vermikompost, T4: toprak + vermikompost + biyo gübre (*Azospirillum*) olmak üzere 5 uygulama ele alınmıştır. T4 uygulaması bitki boyu, bitkideki yaprak sayısı, dal sayısı, kök uzunluğu, bitkideki meyve sayısı ve hasat indeksi bakımından diğer uygulamalardan çok daha yüksek performans göstermiştir.

Hınıslı (2014) tarafından yapılan çalışmada vermikompost gübresinin kıvırcık bitkisinin gelişmesi üzerine etkisinin belirlenmesi ve diğer bazı organik kaynaklı gübrelerle karşılaştırılması amaçlanmıştır. Açık koşullarda 2500 g'lık saksılarda

yürütülen çalışmada; vermikompost, inek ve koyun gübreleri %0 (kontrol), %1 (25 g), %3 (75 g), %5 (125 g) ve %7 (175 g) miktarlarda uygulanmıştır. Vermikompostun kıvırcık marulun erkencilik özelliğine etkisinin önemli derecede olduğu görülmüştür. Genel olarak bitki besin elementlerinin alınabilirliği açısından koyun gübresi uygulamalarının olumlu sonuçlar verdiği ve inek gübresinin ise N alımında önemli rol oynadığı tespit edilmiştir. Özellikle Ca, Cu ve Zn elementlerinin kıvırcık marul bitki bünyesine alımında vermikompostun iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Jadhav vd. (2014) yürüttükleri çalışmada vermikompostun farklı oranlarının turpun büyüme ve verimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada vermikompost 5 farklı oranda (T1: 0.3 kg/parsel, T2: 0.6 kg/parsel, T3: 0.9 kg/parsel, T4: 1.2 kg/parsel ve T5: 0 kg/parsel) uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda büyüme ve verim bakımından en yüksek değerler T4 uygulamasından elde edilmiştir.

Jahan vd. (2014)'nin yaptıkları çalışmada vermikompost ve konvansiyonel kompostun karnabaharın büyüme ve verimi üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada kimyasal gübre, vermikompost ve kompostun farklı oranlarda kullanıldığı 12 uygulama ele alınmıştır. En yüksek bitki boyu, bitkideki yaprak sayısı, baş çevresi, baş yüksekliği, toplam bitki ağırlığı, pazarlanabilir bitki ağırlığı ve verim değerleri T4 uygulamasında (T4: tavsiye edilen kimyasal gübre dozunun %100'ü + vermikompost, 1.5 t/ha) belirlenmiştir. Onu T8 (T8: tavsiye edilen kimyasal gübre dozunun %100'ü + kompost, 1.5 t/ha) ve T5 uygulamaları (T5: tavsiye edilen kimyasal gübre dozunun %80'i + vermikompost, 3 t/ha) izlemiştir. Çalışmanın sonucunda vermikompostun kimyasal gübre ile geleneksel kompost kombinasyonundan daha iyi olduğu bulunmuştur.

Kashyap (2014) yaptığı çalışmada karnabaharın büyüme ve verimi üzerine vermikompostun etkisini araştırmıştır. Arazide yürütülen çalışmada; T1 (Kontrol), T2 (önerilen NPK dozunun %25'i + Vermicompost-A, 5 t/ha), T3 (önerilen NPK dozunun %25'i + Vermicompost-B, 5 t/ha), T4 (önerilen NPK dozunun %25'i + Vermicompost-C, 5 t/ha), T5 (önerilen NPK dozunun %50'si + Vermicompost-A, 5 t/ha), T6 (önerilen NPK dozunun %50'si + Vermicompost-B, 5 t/ha), T7 (önerilen NPK dozunun %50'si + Vermicompost-C, 5 t/ha) ve T8 (önerilen NPK dozunun %100'ü) olmak üzere 8 farklı uygulama ele alınmıştır. Bitki boyu, bitki eni, sap

uzunluğu ve kök uzunluğu T5 uygulamasında diğerlerinden önemli derecede daha yüksek bulunmuştur. En yüksek verim T5 uygulamasında, en düşük verim ise kontrol uygulamasında kaydedilmiştir. Çalışmada karnabahar yetiştiriciliğinde kimyasal gübre ile vermikompostun iyi bir şekilde kombine edilebildiği sonucuna varılmıştır.

Küçükyumuk vd. (2014)'nin yapmış oldukları çalışmada vermikompost ve mikorizanın biber bitkisinin gelişimi ile mineral beslenmesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada, mikoriza (0, 1 ve 2 g/saksı) ve vermikompostun (0, 2.5, 5 ve 10 g/saksı) farklı dozları kullanılmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde mikoriza ve vermikompost uygulamalarının biber bitkisi yaş ağırlığı, kuru ağırlığı ve besin elementi içerikleri üzerine olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak en yüksek dozda uygulanan mikoriza ve vermikompost ile biber bitkisi daha fazla gelişmiş ve daha fazla besin elementleri elde edilmiştir.

Tan (2014) organik fide üretimine uygun yetiştirme ortamlarının belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada 3 tür (Karpuz: cv. Asbal, Domates: cv. Melis, Baş salata: cv. Papiro) ve 6 farklı ortam (İthal torf: IT, yerli torf: YT, perlit: PER, klinoptilolit: KLI, kompost edilmiş hayvan gübresi: BIO, solucan gübresi (Vermikompost): VK) kullanılmıştır. Çalışmada fide boyu, kök boyu, fide çıkış süresi, çimlenme oranı, yaş ve kuru ağırlık değerleri ölçülmüş ve üst aksam element içerikleri belirlenmiştir. Araştırma sonuçları bütün olarak değerlendirildiğinde, yerli kaynaklar kullanılarak hazırlanmış olan YT+KLI+VK, YT+PER+VK ve %60YT+%40VK ortamlarının IT yetiştirme ortamına alternatif olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Tavalı vd. (2014a)'nin yaptıkları çalışmada vermikompostun beyaz baş lahananın verim, kalite ve mineral beslenme durumu üzerine etkisi araştırılmıştır. Açık tarla koşullarında yürütülen çalışmada gübre materyali olarak vermikompostun yanı sıra kimyasal gübreler de kullanılmış olup uygulama konuları şu şekilde sıralanmıştır: D-0 (kontrol), D-1 (0 kg/da vermikompost + N:P:K), D-2 (100 kg/da vermikompost + N:P:K), D-3 (200 kg/da vermikompost + N:P:K), D-4 (400 kg/da vermikompost + N:P:K) ve D-5 (800 kg/da vermikompost + N:P:K). Elde edilen sonuçlara göre artan dozlarda vermikompost uygulaması beyaz baş lahananın kalite özellikleri, mineral beslenme durumu ve dekara verim değerlerini kontrole göre istatistiksel açıdan olumlu etkilemiştir. Lahana yaprağında özellikle N ve Mg elementlerinin konsantrasyonlarının vermikompost uygulaması ile beslenme

açısından yeterli düzeye ulaştığı görülmüştür. Verim kontrole oranla %43.75 artmış ve vermikompostun 400 kg/da dozunun beyaz baş lahana yetiştiriciliği için uygun olduğu belirlenmiştir.

Tavalı vd. (2014b) tarafından yapılan çalışmada vermikompost ve tavuk gübresinin yazlık kabağın verim ve kalitesi ile toprağın bazı kimyasal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Açık tarla koşullarında yürütülen çalışmada Sakız çeşidi kullanılmıştır. Denemede gübreler Kontrol (K), vermikompost VK100=100 kg/da, VK200=200 kg/da, VK400=400 kg/da; tavuk gübresi TG300= 300 kg/da ve TG600=600 kg/da şeklinde toprağa uygulanmıştır. Vermikompostun VK400 ve tavuk gübresinin TG300, TG600 uygulamaları diğer uygulamalara göre kabak verimi (toplam verim, erkenci verim, bitki sayısı, meyve sayısı, ortalama meyve ağırlığı) ve kalitesi (1., 2. ve 3. kalite) ile toprak kimyasal özellikleri üzerine önemli pozitif etkiler göstermiştir.

Chatterjee (2015) tarafından yapılan çalışmada ahır gübresi, vermikompost ve biyo gübre (*Azophos*) uygulamalarının organik marul üretiminde büyüme ve verim üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada T1: ahır gübresi (20 t/ha), T2: vermikompost (5 t/ha), T3: ahır gübresi (10 t/ha) + vermikompost (2.5 t/ha), T4: ahır gübresi (20 t/ha) + biyo gübre (*Azophos*), T5: vermikompost (5 t/ha) + biyo gübre (*Azophos*), T6: ahır gübresi (10 t/ha) + vermikompost (2.5 t/ha) + biyo gübre (*Azophos*) olmak üzere toplam 6 farklı uygulama ele alınmıştır. Bitkideki yaprak sayısı, klorofil içeriği, yaprak alanı, bitki yaş ağırlığı ve biyokütle verimi bakımından en iyi sonuçlar T6 uygulamasında kaydedilmiştir. Ayrıca T6 uygulaması en erkenci uygulama olarak belirlenmiştir. T5 uygulaması büyüme ve verim parametreleri bakımından ikinci sırada yer almıştır.

Çelik Albayrak (2015) yaptığı çalışmada farklı gübre tiplerinin bezelyenin verim ve verim özelliklerine etkisini araştırmıştır. Araştırmada iki bezelye çeşidi (Utrillo ve Cambados) ve farklı gübre formları (kontrol, vermikompost, amonyum nitrat + vermikompost, tavuk gübresi, amonyum nitrat + tavuk gübresi, bakteri, triple superfosfat (P_2O_5), amonyum nitrat + triple superfosfat (P_2O_5), tavuk gübresi + triple superfosfat, amonyum nitrat + triple superfosfat, amonyum sülfat, diamonyumfosfat, amonyum nitrat) kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre Utrillo çeşidinde en yüksek tane verimi 3 kg/da amonyum sülfat uygulamasından elde edilmiştir.

Cambados çeşidinde ise en yüksek tane verimi 5 kg/da triple süper fosfat uygulamasından elde edilmiştir.

Kashem vd. (2015) yürüttükleri çalışmada vermikompost, inek gübresi ve inorganik gübrelerin domateste bitki büyümesi ve meyve üretimi üzerine etkilerini karşılaştırmışlardır. Vermikompost 5 farklı oranda uygulanmıştır (0, 5, 10, 15 ve 20 t/ha). Vermikompostun en yüksek dozunda (20 t/ha) kontrole göre sürgün kuru ağırlığı 52 kat, kök kuru ağırlığı 115 kat, bitkideki meyve sayısı 6 kat ve meyve ağırlığı 29 kat artmıştır. Bitki büyümesinin vermikompost içeren uygulamalarda inorganik gübre içeren uygulamalara göre daha iyi olduğu belirlenmiştir.

Lesufi (2015) tarafından yapılan çalışmada vermikompostun lahanada büyüme ve verim üzerine etkisi araştırılmıştır. Vermikompost (VC) hektara 2500 kg olarak uygulanmış, 1 organik (VG) ve 1 kimyasal gübre (CF) ile karşılaştırılmıştır. En yüksek klorofil içeriği CF uygulamasında elde edilmiştir. En düşük klorofil içeriği ise VC ve hiç gübre uygulanmayan kontrol uygulamasında belirlenmiştir. En yüksek pazarlanabilir baş sayısı VC + VG, CF ve CF + VC uygulamalarında gözlenmiştir. En düşük verim kontrolde belirlenirken, VC+VG, CF ve CF+VC uygulamalarında verim 10.0 t/ha'ın üzerinde belirlenmiştir.

Rahimeh vd. (2015) yaptıkları çalışmada vermikompostun tek başına ve kimyasal gübre ile birlikte uygulanmasının marulda besin elementi içeriği üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada T1: kontrol, T2: kimyasal gübre, T3: %50 kimyasal gübre ile zenginleştirilmiş vermikompost (20 ton/ha), T4: vermikompost (20 ton/ha), T5: %50 kimyasal gübre ile zenginleştirilmiş vermikompost (40 ton/ha) ve T6: vermikompost (40 ton/ha) olmak üzere 6 farklı uygulama ele alınmıştır. Farklı gübre uygulamalarının besin elementi içeriği üzerinde önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak %50 kimyasal gübre ile zenginleştirilmiş 40 ton/ha oranında vermikompost uygulaması, besin elementi içeriği (Fe, Zn, Cu, Mn) bakımından en iyi uygulama olarak tespit edilmiştir.

Sahoo vd. (2015) yürüttükleri çalışmada vermikompostun biber ve patlıcanda büyüme ve gelişmeye etkisini araştırmışlardır. Her iki türde de vermikompost uygulamasında büyüme artışı gözlenmiştir. Vermikompostun biberde bitki büyümesi üzerindeki etkisi önemli bulunmazken, verim üzerindeki etkisi oldukça belirgin olmuştur. Patlıcanda ise vermikompost büyüme parametrelerinde önemli bir artış

sağlamıştır. Fakat patlıcanda verim ve toplam ağırlıkta vermikompostun doğrudan bir etkisi gözlenmemiştir.

Degwale (2016) vermikompostun sarımsakta büyüme, verim ve kalite üzerine etkisini araştırmıştır. Etiyopya'da yerel bir sarımsak çeşidinin kullanıldığı çalışmada vermikompost 3 farklı oranda (0, 2.5 ve 5 t/ha) uygulanmıştır. Çalışmada en yüksek bitki boyu, bitkideki yaprak sayısı, yaprak alan indeksi, bir baştaki diş sayısı, diş ağırlığı, baş ağırlığı, verim, kuru madde yüzdesi, suda çözünebilir kuru madde miktarı ve hasat indeksi 5 t/ha oranında uygulanan vermikomposttan elde edilmiştir.

Erten (2016) tarafından yapılan çalışmada vermikompostun biber ve domateste büyüme ve besin elementi içeriğine etkisi araştırılmıştır. Açık koşullarda saksılarda yürütülen çalışmada V1: %0 (kontrol), V2: %5 (100 g), V3: %10 (200 g), V4: %20 (400 g) ve V5: %30 (600 g) olmak üzere 5 farklı vermikompost dozu kullanılmıştır. Potasyum değeri domates bitkisinde %30'luk dozda en yüksek değere ulaşmıştır. Biber bitkisinde ise %20'lik dozda en yüksek potasyum değeri bulunmuştur. Yapılan regresyon analizleri sonucunda domates bitkisi için vermikompost konuları ile mangan (Mn) bitki besin elementi arasında $R^2=0.958$ oranında güçlü bir ilişki bulunmuştur. Biber bitkisinde ise uygulanan vermikompost miktarları ile besin elementi içeriği arasında en güçlü ilişki $R^2=0.885$ ile magnezyum bitki besin elementi arasında görülmüştür.

Eryüksel (2016) tarafından saksı denemesi şeklinde yapılan çalışmada 2000 g'lık saksılarda farklı dozlarda uygulanan vermikompostun, soğan, sarımsak, maydanoz ve semizotu bitkilerindeki besin elementi içerikleri üzerine olan etkileri sera koşullarında araştırılmıştır. Vermikompost dozları %0, 5, 25, 50, 75 ve 100 olarak uygulanmıştır. Araştırmada Mn elementi ile vermikompost ilişkisinin soğan, sarımsak, maydanoz ve semizotu bitkilerinde ters orantılı olduğu sonucuna varılmıştır. Bu türlerde vermikompost oranı arttıkça Mn oranı azalmıştır. Zn elementinin ise vermikompost ile ilişkisi doğru orantılı olarak tespit edilmiştir. Ca ve Mg elementleri ile vermikompost arasındaki ilişki 4 bitkide de belli seviyeye kadar doğru orantılı iken, oran arttıkça vermikompost seviyesiyle ters orantı oluşmuştur. Diğer elementlerde önemsenecek değişim tespit edilmemiştir.

Özkan ve Müftüoğlu (2016) yürüttükleri çalışmada farklı dozlardaki vermikompostun marul verimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkisini

araştırmışlardır. Yedikule marul çeşidinin kullanıldığı çalışmada vermikompostun 5 dozu (0, 250, 500, 750 ve 1000 kg/da) karıştırılarak bitkiler yetiştirilmiştir. Sonuç olarak, uygulanan vermikompost bitki özelliklerinden yaprak sayısına etkili olmuş, diğer özellikler üzerinde sayısal olarak değişikliklere neden olmasına rağmen, istatistiki anlamda bir fark bulunmamıştır. Verim ve yaprak eni yönünden en yüksek değerler 1000 kg/da vermikompost uygulamasından; bitki boyu, yaprak sayısı ve yaprak boyu bakımından en yüksek değerler ise 750 kg/da vermikompost uygulamasından elde edilmiştir.

Özkan vd. (2016)'nin yaptıkları çalışmada vermikompostun ıspanakta bazı bitki ve toprak özellikleri üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Çalışmada bitki materyali olarak Catrina F1 çeşidi kullanılmıştır. Yetiştirme ortamı toprak ile vermikompostun 6 dozu (0, 1, 2, 3, 4 ve 5 ton/da) karıştırılarak elde edilmiştir. Sonuç olarak uygulanan vermikompost miktarı arttıkça; bitki özelliklerinden verim, bitki boyu, yaprak boyu, yaprak eni, bitki ağırlığı ve kök ağırlığı değerlerinin arttığı ve değişimin istatistiksel anlamda önemli olduğu belirlenmiştir. Vermikompost miktarı arttıkça yaprak sayısı da artış göstermiş, ancak istatistiki anlamda önemli bulunmamıştır. Verim/kök ağırlığı oranı verilen vermikompost miktarı ile genellikle azalmış ancak istatistiksel anlamda bir fark olmadığı saptanmıştır. Toprak özelliklerinden; toprak reaksiyonu ve fosfor değerleri arasındaki farklar istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Vermikompost uygulaması ile suda çözünebilir tuz, kireç, organik madde miktarında değişme olmuş fakat istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır.

Xu ve Mou (2016) vermikompostun ıspanakta büyüme ve besin durumu üzerine etkisini araştırmışlardır. Serada saksılarda yürütülen çalışmada 1) kontrol, 2) sıvı vermikompost (40 mL), 3) %5 oranında katı vermikompost (vermikompost/toprak, v/v) ve 4) %10 oranında katı vermikompost (vermikompost/toprak, v/v) olmak üzere 4 farklı uygulama ele alınmıştır. Vermikompost uygulamaları özellikle %10 oranında vermikompost kullanımı bitkideki yaprak sayısı, yaprak alanı, kök kuru ağırlığı, bitki yaş ve kuru ağırlığı, aminoasit içeriği ve protein içeriğini artırmıştır.

Ak Göksu ve Öztokat Kuzucu (2017) farklı dozlardaki vermikompost uygulamalarının 'Crimson Sweet' karpuz çeşidinde verim ve bazı kalite

parametrelerine etkilerini araştırmışlardır. Denemede vermikompost dozları 300 ve 600 kg/da olacak şekilde uygulanmıştır. Vermikompost uygulanmayan parseller kontrol grubu olarak kabul edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde; bitki başına verim bakımından en yüksek değer 600 kg/da vermikompost uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek çimlenme gücü değeri ise 300 kg/da vermikompost uygulamasından elde edilen tohumlarda bulunmuştur. İncelenen diğer parametrelerden; bitki başına meyve sayısı, SKİM (suda çözünebilir kuru madde miktarı), pH, meyve eni, kabuk kalınlığı, yaprakta klorofil içeriği, toplam şeker miktarı, toplam fenolik bileşik miktarı ve vitamin C değerleri açısından uygulamalar arasında farklılık bulunmamıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, 600 kg/da vermikompost uygulamasının yanı sıra 300 kg/da vermikompost dozunda da karpuz bitkisinde bazı verim ve kalite özelliklerinde artış gösterdiği saptanmıştır.

Alaboz vd. (2017) farklı düzeylerde vermikompost ve sulama uygulamalarının bazı toprak özellikleri ve biber bitkisinin gelişimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Vermikompostun farklı düzeylerinin %0 (V0), %0.75 (V1), %1.5 (V2), %2.25 (V3) (w/w) uygulandığı kumlu tınlı bir toprak kullanılarak gerçekleştirilen sera çalışmasında; tarla kapasitesi ve saksı kapasitesinin yaklaşık %80'i düzeylerindeki günlük sulama koşulları altında biber yetiştirilmiştir. Bitki boyu en yüksek V1 uygulamasında, bitki ağırlığı en yüksek V1 uygulamasında, kök ağırlığı en yüksek V2 uygulamasında, yaprak klorofil içeriği en yüksek V0 uygulamasında ve verim en yüksek V1 uygulamasında tespit edilmiştir.

Balial ve Muthulakshmi (2017) mikrobiyal olarak zenginleştirilmiş vermikompostun bamyada büyüme ve biyokimyasal özellikler üzerine etkisini araştırmışlardır. Zenginleştirilmiş vermikompostun uygulandığı bitkilerde tohum çimlenmesi, fide canlılık indeksi, sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, bitki yaş ağırlığı ve bitki kuru ağırlığı gibi büyüme özellikleri kontrol bitkilerine göre önemli derecede daha yüksek bulunmuştur. Zenginleştirilmiş vermikompost uygulaması; toplam klorofil, karotenoid, protein, amino asit, glikoz içeriği gibi bamyanın biyokimyasal özellikleri üzerinde de olumlu bir etkiye sahip bulunmuştur.

Dumlupınar (2017) tarafından yapılan çalışmada farklı organik bitki besin maddelerinin Çengelköy Hıyar 5802 eşidinde tohum verimi ve çimlenme özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Denemede organik bitki besin

maddesi olarak katı organik gübre (Biofarm, AKC, Vermikompost) ve sıvı organik gübre (Gentasol) kullanılmıştır. Sonuç olarak, uygulamalar arası dekara tohum verimi değerlerinde istatistiksel olarak fark bulunmuştur. Dekara tohum verimi sırasıyla 26.12 kg/da (Gentasol), 22.98 kg/da (Vermikompost), 19.32 kg/da (Biofarm) ve 17.80 kg/da (AKC) olarak belirlenmiştir. Bitki ve tohumluk meyve ölçümlerinde ise istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir.

Durak vd. (2017)'nin yaptıkları çalışmada vermikompostun marulda bazı büyüme parametreleri ve verim üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada 1) kontrol, 2) vermikompost, 100 kg/da, 3) vermikompost, 200 kg/da, 4) vermikompost, 300 kg/da ve 5) geleneksel gübreleme olmak üzere 5 farklı uygulama ele alınmıştır. Vermikompost uygulamasının kontrol ve geleneksel gübrelemeye göre verim ve büyüme parametrelerini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Marul üretimi için 300 kg/da vermikompost uygulamasının en uygun doz olduğu tespit edilmiştir.

Hernandez-Rodriguez vd. (2017) yürüttükleri çalışmada torf ile karıştırılan vermikompostun marul ve domateste tohum çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada 1) vermikompost:torf (1:2), 2) vermikompost:torf (2:1), 3) kompost:torf (1:2), 4) kompost:torf (2:1) ve 5) torf (kontrol) olmak üzere 5 farklı uygulama ele alınmıştır. Marulda vermikompost:torf (2:1) ortamı çimlenme yüzdesi, yaprak alanı, yaprak sayısı, kök uzunluğu ve kök hacmi bakımından kontrolden daha iyi sonuçlar vermiştir. Domateste ise kompost:torf (1:2) ortamı çimlenme yüzdesi, yaprak alanı, yaprak sayısı, fide boyu, kök uzunluğu ve kök hacmi bakımından kontrolden üstün bulunmuştur. Vermikompost ve kompostun torfla farklı oranlarda karışımının domates ve marulda tohum çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine olumlu etkisinin olduğu sonucuna varılmıştır.

Köksal vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada sera koşullarında farklı dozlarda vermikompost uygulamasının pazı bitkisinin gelişimi ve toprağın bazı özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Denemede vermikompostun 0, 250, 500, 750 ve 1000 kg/da dozları kullanılmıştır. Hasattan sonra bitkinin yaş ve kuru ağırlığı, yaprak sayısı, yaprak boyu ve eni, yaprak alanı ve toprağın pH, tuz, kireç ve organik madde içeriği belirlenmiştir. Vermikompost uygulaması bitki yaş ağırlığı ile yaprak enini istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) seviyede etkilemiştir. Ancak toprak özellikleri kireç hariç yapılan vermikompost uygulamasından etkilenmemiştir.

Uygulanan vermikompost dozlarına paralel olarak bitki yaş ağırlığı artış göstermiştir. En yüksek bitki yaş ağırlığı 1000 kg/da vermikompost uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek yaprak eni değeri ise 750 kg/da vermikompost uygulamasında belirlenmiştir. Çalışmada vermikompost uygulanan bitkilerin gelişiminin önemli ölçüde olumlu olarak etkilendiği sonucuna varılmıştır.

Kumari vd. (2017) yaptıkları çalışmada vermikompost, solucan suyu (vermiwash) ve biyo-gübrenin patlıcanda büyüme ve verim üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada T0: Kontrol, T1: Vermikompost, T2: Solucan suyu, T3: Vermikompost + Solucan suyu, T4: Vermikompost + biyo gübre (*Azotobacter sp.*), T5: Vermikompost + biyo gübre (*Pseudomonas fluorescens*) ve T6: Vermikompost + Solucan suyu + biyo gübre (*P. fluorescens* ve *Azotobacter sp.*) olmak üzere 7 farklı uygulama denenmiştir. Tüm büyüme parametreleri bakımından (kök uzunluğu, sürgün uzunluğu, dal sayısı, sürgün yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı, yaprak sayısı, yaprak uzunluğu, çiçek sayısı, meyve sayısı, meyve çapı, meyve uzunluğu, meyve ağırlığı) T6 uygulaması en iyi sonuçları vermiştir. Çalışmada vermikompost, solucan suyu ve biyo-gübre kullanımının patlıcanda büyüme ve verimi artırdığı sonucuna varılmıştır.

Patidar vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada sarımsakta kükürt ve vermikompostun büyüme, verim ve kalite üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada 4 farklı kükürt dozu (0, 25, 50 ve 75 kg/ha) ve 4 farklı vermikompost dozu (0, 2, 4 ve 6 t/ha) incelenmiştir. Genel olarak büyüme, verim ve kalite bakımından 50 kg/ha kükürt ve 4.0 t/ha vermikompost dozu en uygun bulunmuştur.

Thuy vd. (2017) yürüttükleri çalışmada farklı seviyelerde vermikompost uygulamasının organik olarak yetiştirilen HT152 domates çeşidinde büyüme ve verim üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada 6 farklı vermikompost seviyesi (10, 15, 20, 25, 30 ve 35 ton/ha) kullanılmıştır. Vermikompost dozunun bitki büyümesi ve verim üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. En yüksek verim 35 ton/ha ve 30 ton/ha vermikompost dozunda elde edilmiştir. Vermikompostun sadece verimde değil, aynı zamanda meyve kalitesinde de yararlı etkilerinin olduğu gözlenmiştir. Yapılan regresyon analizi sonucunda optimum vermikompost dozu 33.3 ton/ha olarak tespit edilmiştir.

Vaidyanathan ve Vijayalakshmi (2017) yaptıkları çalışmada farklı miktarlarda uygulanan vermikompostun domateste büyüme ve verim üzerine etkisini araştırmışlardır. Serada yürütülen çalışmada saksılara farklı oranlarda vermikompost ilavesi (T0: Kontrol, T1: 15 g, T2: 17 g, T3: 9 g ve T4: 21 g) yapılmıştır. Sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, yaprak sayısı, bitki yaş ve kuru ağırlığı gibi büyüme parametrelerinde uygulamalar arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir. Vermikompost uygulamalarında kontrole göre daha iyi büyüme saptanmıştır ve büyüme parametreleri bakımından en yüksek değerler T3 uygulamasında belirlenmiştir. Aynı şekilde, verim T3 uygulamasında diğer uygulamalara göre önemli derecede daha yüksek bulunmuştur.

Vijayalakshmi ve Gayathri (2017) vermikompostun biberde büyüme ve verim üzerine etkisini araştırmışlardır. Serada saksılarda yürütülen çalışmada farklı oranlarda vermikompost dozu kullanılmıştır. Çalışmada 30. gün, 45. gün ve 60. günlerde ölçülen kök uzunluğu, sürgün uzunluğu, yaprak sayısı, bitki yaş ağırlığı gibi büyüme parametreleri ve verim yönünden vermikompost uygulamalarında kontrole göre önemli artışlar gözlenmiştir.

Wang vd. (2017)'nin yapmış oldukları çalışmada vermikompostun serada yetiştirilen domateste verim, kalite ve biyokimyasal özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada 1) üre ile geleneksel gübreleme, 2) kompost, 3) vermikompost ve 4) kontrol olmak üzere 4 uygulama denenmiştir. Vermikompost uygulamasında verim kontrole göre %74 oranında, C vitamini içeriği %47 oranında, şeker içeriği %71 oranında artmıştır. Çalışmanın sonucunda vermikompost ve kompostun diğer uygulamalara göre bitki büyümesini daha fazla teşvik ettiği, vermikompostun meyve kalitesini ve verimi artırdığı belirlenmiştir.

Zahmacıoğlu (2017) tarafından yapılan çalışmada sera koşullarında vermikompost ve amonyum nitrat uygulamalarının brokkolide verim ve besin elementi içeriğine etkisi incelenmiştir. Araştırma; ilkbahar ve sonbahar yetiştirme sezonunda, iki farklı sulama suyu düzeyi ve dört farklı gübre konusu göz önüne alınarak yürütülmüştür. Gübre uygulamaları; katı vermikompost, iki farklı dozda sıvı vermikompost ve kimyasal gübre (amonyum nitrat) uygulaması olarak gerçekleştirilmiştir. Genel olarak, farklı sulama uygulamaları ve gübre uygulamalarının, verim ile bitki ve toprağın makro ve mikro besin elementi

içeriklerini istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, en yüksek brokkoli baş verimi, ilkbahar yetiştiriciliğinde 1665 kg da⁻¹ ile I₁G₄ deneme konusundan elde edilmiştir. Kimyasal gübre uygulamalarının verime etki bakımından ön plana çıktığı, ancak vermikompost uygulamalarının toprak ve yaprakta bitki besin elementleri açısından katkı sağladığı görülmüştür.

Adiloğlu vd. (2018) yürüttükleri çalışmada vermikompostun marulda büyüme ve verim üzerine etkisini araştırmışlardır. Kıvırcık marul çeşidinin kullanıldığı çalışmada 4 farklı vermikompost dozu (0, 4000, 8000 ve 12000 kg/ha) uygulanmıştır. Bitki yaş ağırlığı, bitki boyu, yaprak sayısı, kuru madde, yaprak uzunluğu ve genişliği bakımından vermikompost uygulamalarında kontrole göre önemli artışlar belirlenmiştir. Bununla birlikte, vermikompost uygulamaların bitkinin bazı makro element (N, P, K, Ca ve Mg) içerikleri üzerindeki etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Kannahi ve Babynisha (2018) yaptıkları çalışmada vermikompost, solucan suyu (vermiwash) ve bakterilerin bamyada bitki büyümesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada 5 farklı uygulama (T1: Vermikompost + Solucan suyu, T2: Vermikompost + Solucan suyu + *Rhizobium*, T3: Vermikompost + Solucan suyu + *Azospirillum*, T4: Vermikompost + Solucan suyu + *Rhizobium* + *Azospirillum* ve T5: Kontrol) ele alınmıştır. Bitki boyu, bitkideki yaprak sayısı, kök uzunluğu, sürgün uzunluğu ve kök sayısı gibi parametreler bakımından vermikompost uygulamalarından kontrole göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. Büyüme parametreleri bakımından en yüksek değerler T4 uygulamasında belirlenmiştir.

Kenea ve Gedamu (2018) vermikompost ve mineral azot gübresinin sarımsakta büyüme ve verim üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada 4 farklı vermikompost dozu (0, 2.5, 5 ve 7.5 t/ha) ve 5 farklı mineral azot gübresi dozu (0, 52.5, 80, 105 ve 130 kg N/ha) kullanılmıştır. En yüksek yaprak uzunluğu, baş ağırlığı, hasat indeksi ve verim 7.5 t/ha vermikompost uygulamasında belirlenmiştir. En yüksek yaprak genişliği, diş sayısı ve kuru madde içeriği 130 kg/ha N uygulamasında kaydedilmiştir. Çalışmada 7.5 t/ha vermikompost uygulaması ile 130 kg/ha N uygulamasından büyüme ve verim bakımından en iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Mohanta vd. (2018) entegre besin yönetiminin brokkolide büyüme, verim ve kalite üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada NPK kimyasal gübresi

(200:50:150 kg/ha) ve vermikompostun farklı dozları ve karışımlarının kullanıldığı 10 farklı uygulama ele alınmıştır. Bitki boyu, bitki eni, bitkideki yaprak sayısı, yaprak uzunluğu, yaprak genişliği, yaprak alanı, ilk hasat süresi, baş çapı, baş çevresi, baş ağırlığı, pazarlanabilir verim, kuru madde ve C vitamini içeriği bakımından en iyi sonuçlar T7 uygulamasından (önerilen NPK dozunun %50'si + vermikompost, 2.5 t/ha) elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda brokkolide büyüme, verim ve kalite özellikleri bakımından T7 uygulaması en iyi uygulama olarak belirlenmiştir.

Özen (2018) yaptığı çalışmada farklı mineralizasyon oranına sahip organik uygulamaların, marul bitkisinin verim ve kalitesi üzerine etkilerini araştırmıştır. Çalışmada, organik materyal olarak mantar kompostu (0, 1, 2 ve 4 ton/da), leonardit (0, 100, 200 ve 300 kg/da) ve vermikompost (0, 50, 100 ve 200 kg/da) 4 farklı dozda uygulanmış ve 0, 30 ve 60 gün inkübasyona bırakılmıştır. Deneme sonucunda; artan organik materyal uygulama dozuna bağlı olarak ise marul bitkisinin verim, ortalama baş ağırlığı, kök boğaz çapı, baş boyu, klorofil b, vitamin C, toplam N, P, Na, Zn, Fe ve S içeriklerinin genel olarak arttığı; klorofil a, K, Ca, Mg, Cu, Mn ve B içeriklerinin azaldığı belirlenmiştir. Marul bitkisinin rengi üzerine organik materyal uygulama dozlarının etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Sonuç olarak, kullanılan organik materyallerin içerisinde en iyi verim 60. günde 4 ton/da atık mantar kompostu uygulamasında elde edilmiştir.

Rekha vd. (2018) yürüttükleri çalışmada vermikompost ve bitki büyümesini artırıcı hormonların (GA ve IAA) biberde morfolojik özellikler üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada 1) kontrol, 2) vermikompost (%50), 3) IAA (100 µg/ml) ve 4) GA (100 µg/ml) olmak üzere 4 farklı uygulama ele alınmıştır. Vermikompost uygulanan bitkilerde bitki büyümesinde önemli bir artış kaydedilmiştir. Sürgün uzunluğu, boğum arası uzunluğu, bitkideki yaprak sayısı ve bitkideki dal sayısı gibi morfolojik özellikler bakımından en yüksek değerler vermikompost uygulamasında gözlenmiştir. Çalışmada vermikompostun güçlü bir biyo-gübre olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma, 2017 yılı sonbahar yetiştirme döneminde Karabük ili Merkez ilçe Cemal Ovası Mevkii Karademir Ziraat Ltd. Şti. uygulama çiftliğindeki ısıtmasız plastik serada ve Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi laboratuvarlarında yürütülmüştür.

3.1. MATERYAL

3.1.1. Bitki Materyali

Araştırmada bitkisel materyal olarak AG Tohum Sanayi Ticaret Anonim Şirketi tarafından üretilmiş olan Maritima kıvırcık marul (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) çeşidi kullanılmış olup, bu firmadan temin edilmiştir. Bu çeşit ılıman bölgelerde sonbahar, kış, ilkbahar ve erken yaz yetiştiriciliğine; serin karasal bölgelerde ilkbahar, yaz ve sonbahar yetiştiriciliğine uygun olup, sera ve açık alanda yetiştirilebilen, geç sapa kalkan, orta yeşil yapraklı, kıvırcık tipte bir marul çeşididir. Olgunluk süresi yetiştirme dönemi ve iklim koşullarına bağlı olarak sıcak dönemlerde 45-50, soğuk dönemlerde ise 65-80 gündür. Baş yapısı homojen, yaprakları kalın, sulu ve gevrek. Yaprak kırılabilirliği düşük, raf ömrü uzun ve albenisi yüksek bir çeşittir (Anonim, 2018).

3.1.2. Toprak Materyali

Denemede toprak materyali olarak Karabük'te çiftçi bahçesinden alınan arazi toprağı kullanılmıştır. Denemede kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri deneme öncesinde yapılan analizler ile belirlenmiştir.

3.1.3. Gübre Materyali

Denemede kullanılan vermikompost gübresi özel bir firmadan satın alma yoluyla temin edilmiştir. Kullanılan vermikompostun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri deneme öncesinde yapılan analizler ile belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan ticari gübreler (amonyum sülfat, triple süper fosfat ve potasyum sülfat) ise piyasadandan satın alınmıştır.

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Tohum Ekimi ve Fidelerin Yetiştiriciliği

Fide yetiştiriciliği kontrolsüz sera şartlarında plastik serada yapılmıştır. Fideleri yetiştirmek amacıyla marul tohumları, torf ve perlit karışımı (3:1) ile doldurulmuş 45'lik viyollere 1-1.5 cm derinliğe her gözde 2-3 tohum olacak şekilde ekilmiştir. Tohum ekimi 17.08.2017 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Tohum ekimi sonrası viyollere kapak olarak vermikülit ilavesi ve ardından sulama yapılmıştır. İlk çıkışlar tohum ekiminden sonraki 2-5 gün içerisinde gözlemlenmiştir. Çıkıştan 10 gün sonra her gözde 1 fide kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Fide yetiştirme döneminde gerekli bakım işlemleri düzenli olarak yürütülmüştür. Tohum ekiminden 27 gün sonra fideler dikime hazır hale gelmiştir. Tohum ekimi ve fidelerin yetiştiriciliği ile ilgili fotoğraflar Şekil 3.1 ve 3.2'de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Torf:perlit karışımının (3:1) hazırlanması, viyollerin karışım ile doldurulması, tohum ekimi, viyollere vermikülit ilavesi ve sulama.



Şekil 3.2. Fidelerin çıkış döneminden görünüm ve dikime hazır hale gelen marul fidelerinin görünümü.

3.2.2. Saksı Denemelerinin Kurulması ve Yürütülmesi

Çalışmada plastik saksılar (26 x 24 x 17 cm boyutlarında) kullanılmıştır. Her bir saksı toprak, vermikompost veya mineral gübrenin farklı dozları ile hazırlanan yetiştirme ortamı ile 5 kg olacak şekilde doldurulmuştur. Ortamlar ağırlık esasına göre (w/w) yüzde oranlar şeklinde düzenlenmiş olup toplam 6 farklı uygulama ele alınmıştır. Çalışmada ele alınan uygulamalar Çizelge 3.1’de gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. Çalışmada ele alınan uygulamalar, içerikleri ve kısaltmaları

Uygulama	İçerik (w/w)	Kısaltma
1	%100 Toprak + %0 Vermikompost	Kontrol
2	%97.5 Toprak + %2.5 Vermikompost	VK1
3	%95 Toprak + %5 Vermikompost	VK2
4	%90 Toprak + %10 Vermikompost	VK3
5	%80 Toprak + %20 Vermikompost	VK4
6	%100 Toprak + Ticari Gübre	TG

Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her tekerrürde 5 saksı bulundurulmuş olup her uygulamada 15 saksı olmak üzere toplam 90 saksı (6 x 3 x 5) kullanılmış ve 90 bitki yetiştirilmiştir. Çalışmada 6 no’lu uygulamada ticari gübre olarak amonyum sülfat, triple süper fosfat ve potasyum sülfat gübrelere 15 kg N/da, 10 kg P₂O₅/da ve 15 kg K₂O/da hesabıyla uygulanmıştır. Kullanılan fosforlu ve potasyumlu gübreler ile azotlu gübrenin yarısı dikimle birlikte, azotlu gübrenin diğer yarısı ise dikimden 2 hafta sonra verilmiştir. Kontrol uygulamasına herhangi bir gübre ilavesi yapılmamıştır.

Sera zemini üzerine polietilen örtü serilmiş ve saksılar bu örtünün üzerine yerleştirilmiştir. Viyollerde daha önce yetiştirilen marul fideleri yukarıdaki şekilde hazırlanan ve sulanarak tava gelmesi sağlanan saksılara her saksıda 1 adet fide olacak şekilde dikilmiştir. Fideler 13.09.2017 tarihinde 4-5 yapraklı dönemde saksılara dikilmiştir. Fide dikiminden hemen sonra can suyu verilmiştir. Fide dikiminden itibaren; hava sıcaklığı ve yetiştirme ortamındaki su durumu dikkate alınarak, ihtiyaç duyulduğunda sulama yapılmıştır. Hasada kadar gerekli tüm kültürel işlemler düzenli olarak uygulanmıştır (Vural vd., 2000). Deneme süresince herhangi bir bitki koruma ürünü kullanılmamıştır. Hasat büyüklüğüne ulaşan bitkilerde

dikimden 53 gün sonra 05.11.2017 tarihinde hasat gerçekleştirilmiştir. Bitkiler topraktan sökölerek hasat edilmiştir. Bitkiler ölçüm ve tartım işlemleri için Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi Bahçe Bitkileri laboratuvarına getirilmiştir. Yetiştirme ortamının hazırlanması, fide dikimi, bitkilerin yetiştirilmesi ve hasat ile ilgili fotoğraflar Şekil 3.3, 3.4, 3.5, 3.6 ve 3.7’de gösterilmektedir.



Şekil 3.3. Yetiştirme ortamının hazırlanması.



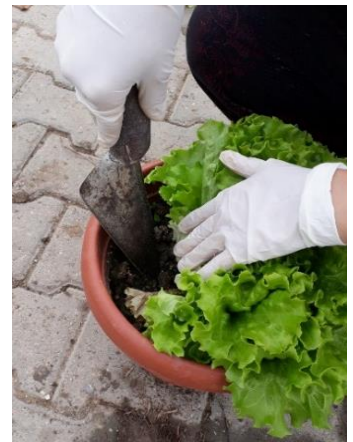
Şekil 3.4. Saksılara fide dikimi.



Şekil 3.5. Dikim yapılan saksıların seraya yerleştirilmesi ve bitkilerin sulanması.



Şekil 3.6. Serada bitkilerin genel görünümü.



Şekil 3.7. Hasat olgunluğuna ulaşan bitkilerin görünümü ve hasadın yapılışı.

Deneme süresince sera içi sıcaklık ve nem değerleri sıcaklık ve nem kayıt cihazı (ONSET HOBO UX100-003 Data Logger) kullanılarak kaydedilmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Çalışmada kullanılan sıcaklık ve nem kayıt cihazı.

3.2.3. Toprak Analizleri

Deneme öncesi toprak analizleri, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi laboratuvarları ile Yenilikçi Gıda Teknolojileri Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi (YENİGİDAM) laboratuvarında yapılmıştır. Toprak örneklerinde yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analizlere ait yöntemler aşağıda belirtilmiştir.

Bünye: Toprak bünyesi hidrometre yöntemiyle belirlenmiştir (Kurucu vd., 1990).

Elektriksel iletkenlik (EC) (dS/m): Elektriksel iletkenlik değeri 1:2.5 oranında saf su ile sulandırılmış toprak örneklerinde elektriksel iletkenlik aleti ile (EC metre ile) belirlenmiştir (Richards, 1954).

Toprak reaksiyonu (pH): Toprak pH'sı 1:2.5'lük toprak:su süspansiyonunda cam elektrotlu pH metre ile ölçülerek belirlenmiştir (McLean, 1982).

Organik madde miktarı (%): Toprak organik maddesi Walkey-Black yöntemi ile belirlenmiştir (Lindsay ve Norvell, 1978).

Kireç (CaCO₃) (%): Scheibler kalsimetresi ile volümetrik olarak tayin edilmiştir (Ülgen ve Yurtsever, 1974).

Toplam Azot (N) (%): Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (Kacar, 1994).

Fosfor (P) (mg/kg): Kacar (1994)'a göre spektrofotometrik olarak belirlenmiştir.

Potasyum (K) (mg/kg): Kacar (1990)'a göre İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektroskopisi (ICP-MS, Thermo Scientific X Series) ile belirlenmiştir.

3.2.4. Vermikompost Analizleri

Vermikompost analizleri, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi laboratuvarları ile Yenilikçi Gıda Teknolojileri Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi (YENİGIDAM) laboratuvarında yapılmıştır. Vermikompostta yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analizlere ait yöntemler aşağıda belirtilmiştir.

pH: McLean (1982)'e göre yapılmıştır.

Elektriksel iletkenlik (EC) (dS/m): Richards (1954)'a göre belirlenmiştir.

Organik madde miktarı (%): Kül fırınında 550±70 °C'de 1 gece yakıldıktan sonra yanma kaybından (ağırlık azalmasından) hesaplanarak, kuru yakma metodu ile belirlenmiştir (Kacar, 1990).

Toplam Azot (N) (%): Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (Kacar, 1994).

Fosfor (P) (%): Kacar ve İnal (2008)'a göre spektrofotometrik olarak belirlenmiştir.

Potasyum (K) (%): İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektroskopisi (ICP-MS, Thermo Scientific X Series) ile belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

3.2.5. Deneme Sırasında Bitkilerde Yapılan Ölçüm, Gözlem ve Analizler

Hasat olgunluğuna gelen marul bitkileri hasat edilerek aşağıdaki özellikler belirlenmiştir.

Bitki Boyu (cm): Hasat edilen bitkilerin kök boğazı ile tepe noktası arasındaki mesafe cetvel yardımıyla ölçülüp, elde edilen rakamların ortalaması alınarak bitki boyu tespit edilmiştir (şekil 3.9).



şekil 3.9. Bitki boyunun ölçümü.

Bitki eni (cm): Hasat edilen bitkilerin genişliği (çapı) cetvel yardımıyla ölçülüp, elde edilen rakamların ortalaması alınarak bitki eni belirlenmiştir (şekil 3.10).



şekil 3.10. Bitki eninin ölçümü.

Bitki yaş ağırlığı (g/bitki): Hasat edilen bitkiler sararmış yaprakları ve kökleri uzaklaştırıldıktan sonra hassas terazide tartılmış ve bunların ortalamaları hesaplanarak bitki yaş ağırlığı belirlenmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Bitki yaş ağırlığının ölçümü.

Bitki kuru ağırlığı (g/bitki): Yaş ağırlıkları belirlenen bitkiler kese kâğıtlarına konularak etüvde yaklaşık 65 °C’de sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulup hassas terazide tartılmış ve ortalamaları alınmıştır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Bitki kuru ağırlığını belirlemek amacıyla örneklerin kese kâğıtlarına konulması ve etüvde kurutulması.

Kök uzunluğu (cm): Toprakta çıkarılıp kökleri yıkanıp temizlenen bitkilerde kökün gövde ile birleştiği yer ile saçak köklerin uç kısmı arasındaki mesafe bir cetvel

yardımıyla ölçülüp, elde edilen sonuçların ortalaması alınarak kök uzunluğu belirlenmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Kök uzunluğunun ölçümü.

Kök boğazı çapı (mm): Toprakтан çıkarılıp kökleri yıkanıp temizlenen bitkilerin kök boğazı çapları dijital kumpas yardımıyla ölçülüp, elde edilen rakamların ortalaması alınarak kök boğazı çapı tespit edilmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Kök boğazı çapının ölçümü.

Kök yaş ağırlığı (g/bitki): Kök boğazından düzgün bir şekilde kesilen kökler, yıkanıp temizlendikten ve nemi alındıktan sonra hassas terazide tartılmış ve elde edilen rakamların ortalaması alınarak kök yaş ağırlığı tespit edilmiştir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Kök yaş ağırlığının ölçümü.

Kök kuru ağırlığı (g/bitki): Bitki köklerinin yaş ağırlıkları hesaplandıktan sonra kese kâğıtlarına konularak etüvde yaklaşık 65 °C’de sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutulup hassas terazide tartılmıştır. Elde edilen rakamların ortalaması alınarak kök kuru ağırlığı belirlenmiştir.

Yaprak boyu (cm): Gövdeden ayrılan yaprakların dip ve uç kısmı arasındaki mesafe bir cetvel yardımıyla ölçülüp, elde edilen sonuçların ortalaması alınarak yaprak boyu belirlenmiştir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Yaprak boyunun ölçümü.

Yaprak eni (cm): Gövdeden ayrılan yaprakların en geniş kısmı bir cetvel yardımıyla ölçülüp, elde edilen sonuçların ortalaması alınarak yaprak eni belirlenmiştir (Şekil 3.17).



Şekil 3.17. Yaprak eninin ölçümü.

Pazarlanabilir yaprak sayısı (adet/bitki): Hasat edilen bitkilerde ıskarta yapraklar koparıldıktan sonra, yenilebilir özellikte olan pazarlanabilir yapraklar sayılarak belirlenmiştir (Şekil 3.18).



Şekil 3.18. Pazarlanabilir yaprak sayısının belirlenmesi.

Iskarta yaprak sayısı (adet/bitki): Hasat edilen bitkilerde pazarlanabilir özellikte olmayan en dıştaki sararmış, bozulmuş, çürümüş ve kartlaşarak yenilebilme özelliğini kaybetmiş yapraklar koparılıp sayılarak belirlenmiştir.

Iskarta yaprak ağırlığı (g/bitki): Iskarta yaprakların ağırlığı hassas terazide tartıldıktan sonra tespit edilmiştir.

Kuru madde oranı (%): Hasattan sonra marul bitkisinden alınan örnekler yaş ağırlıkları belirlendikten sonra etüvde 105 °C’de sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulmuş (Şekil 3.19) ve hassas terazide tartılarak kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Belirlenen yaş ve kuru ağırlıklardan faydalanılarak, aşağıdaki eşitlik yardımıyla % kuru madde oranı tespit edilmiştir (Kılıç vd., 1991).

$$\text{Kuru Madde Oranı (\%)} = [\text{Kuru ağırlık (g)}/\text{Yaş ağırlık (g)}] \times 100$$



Şekil 3.19. Kuru madde oranını belirlemek amacıyla örneklerin etüvde kurutulması.

pH: Bitki yaprakları robotta çekildikten sonra yapraklardan elde edilen suların pH’ları pH metre (Thermo Scientific, Orion Star A111) ile ölçülmüştür (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. pH ölçümü.

Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) (%): Bitki örneklerinin suyu çıkarıldıktan sonra el refraktometresi (ATC 0-32) ile Çakmak (2011)'e göre belirlenmiştir (Şekil 3.21).



Şekil 3.21. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) ölçümü.

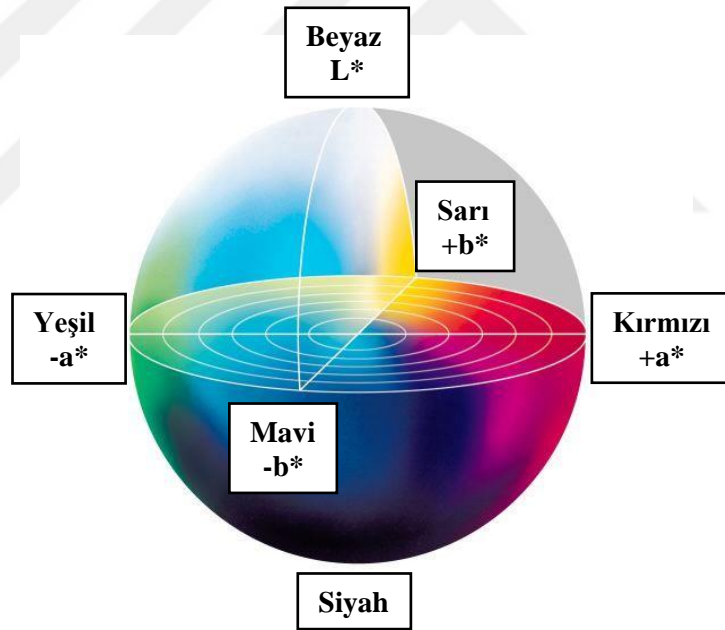
Yaprak rengi: Hasat edilen bitkilerin yaprak rengi renk ölçer cihazı (3NH NR60CP) ile L^* , a^* , b^* , C^* ve h° renk değerleri okunarak belirlenmiştir (Batu vd., 1997) (Şekil 3.22).

CIE sisteminde L^* (parlaklık) değeri ölçüm yapılan yüzeyin, ışığı ne kadar yansıttığını, yani siyahtan beyaza rengin açıklık veya koyuluğunu (0=Siyah, 100=Beyaz), a^* değeri kırmızıdan (pozitif) yeşile (negatif); b^* değeri ise sarıdan (pozitif) maviye (negatif) renk değişimlerini belirtmektedir (Şekil 3.23). Hue açısı (h°), rengin niteliğini belirtir ve 0° =kırmızı-pembe, 90° =sarı, 180° =yeşil, 270° =mavi rengi ifade etmektedir. Kroma değeri (C^*) ise, rengin doygunluğunu ifade etmekte

olup; 0 değeri gri rengi gösterirken, değer büyüdükçe rengin doygunluğu artmaktadır (0=Gri, 100=Tam doymun) (McGuire, 1992).



Şekil 3.22. Yaprak renginin ölçümü.



Şekil 3.23. CIE L*, a*, b* renk sistemi.

Klorofil miktarı (SPAD): Yapraklardaki klorofil içeriği klorofil ölçer (Apogee Chlorophyll Concentration Meter, MC-100) ile belirlenmiştir (Şekil 3.24). SPAD değeri skalasında 1=kromatik veya sarı renk, 50=koyu yeşil renk olarak belirtilmektedir.



Şekil 3.24. Klorofil miktarının ölçümü.

Nitrat Tayini (mg/kg): Nitrat tayini UV-Visible Spektrofotometre (UV 1800) (Şekil 3.25) kullanılarak yapılmıştır (Fresenius vd., 1988).



Şekil 3.25. Nitrat tayini için kullanılan UV-visible spektrofotometre cihazı.

Makro ve Mikro Elementler (mg/kg): Al, As, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Se, Sn, Tl ve Zn element analizleri için bitki örnekleri etüvde 65 °C'de sabit ağırlığa ulaşincaya kadar kurutulmuştur (Şekil 3.26). Kurutulup öğütülen örnekler daha sonra mikrodalga yaş yakma yöntemine göre analize hazır hale getirilmiştir. Örnekler yaş yakıldıktan sonra element içerikleri İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektroskopisi (ICP-MS, Thermo Scientific X Series) cihazında (Şekil 3.27) belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008).



Şekil 3.26. Element tayini için bitki örneklerinin etüvde kurutulması.



Şekil 3.27. Element tayini için kullanılan ICP-MS cihazı.

Toplam fosfor (P) (mg/kg): Fosfor tayini UV-Visible Spektrofotometre (UV 1800) kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.28).



Şekil 3.28. Fosfor tayini için kullanılan UV-visible spektrofotometre cihazı.

Toplam azot (N) ve toplam kükürt (S) (%): Kurutulup öğütülen bitki örneklerinin azot ve kükürt içeriği Elemental Analizör CHNS-O (Thermo Scientific Flash 2000) kullanılarak belirlenmiştir (Şekil 3.29).



Şekil 3.29. Toplam azot ve toplam kükürt tayini için kullanılan elemental analiz cihazı.

3.2.6. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmada elde edilen veriler SPSS 23.0 istatistik programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılıklar ise Duncan Çoklu Karşılaştırma testi kullanılarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Çalışmada Kullanılan Toprağın Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Denemede kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 4.1’de verilmektedir. Toprak analizi sonuçlarına göre toprak yapısının; killi-tınlı, nötr pH’ya sahip, orta derecede kireçli, tuzsuz ve orta derecede organik maddeye sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca toprağın potasyum içeriği bakımından zengin, azot içeriği bakımından yeterli ve fosfor içeriği bakımından yetersiz düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Çalışmada kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

İncelenen Özellikler	Belirlenen Değerler
Bünye	Killi-Tınlı
pH	7.4 (Nötr)
Kireç (%)	13.16 (Orta)
Tuzluluk (%)	0.027 (Tuzsuz)
EC (dS/m)	0.67
Organik Madde (%)	2.73 (Orta)
Azot (N) (%)	0.16 (Yeterli)
Fosfor (P) (mg/kg)	7.7 (Az)
Potasyum (K) (mg/kg)	385 (Fazla)

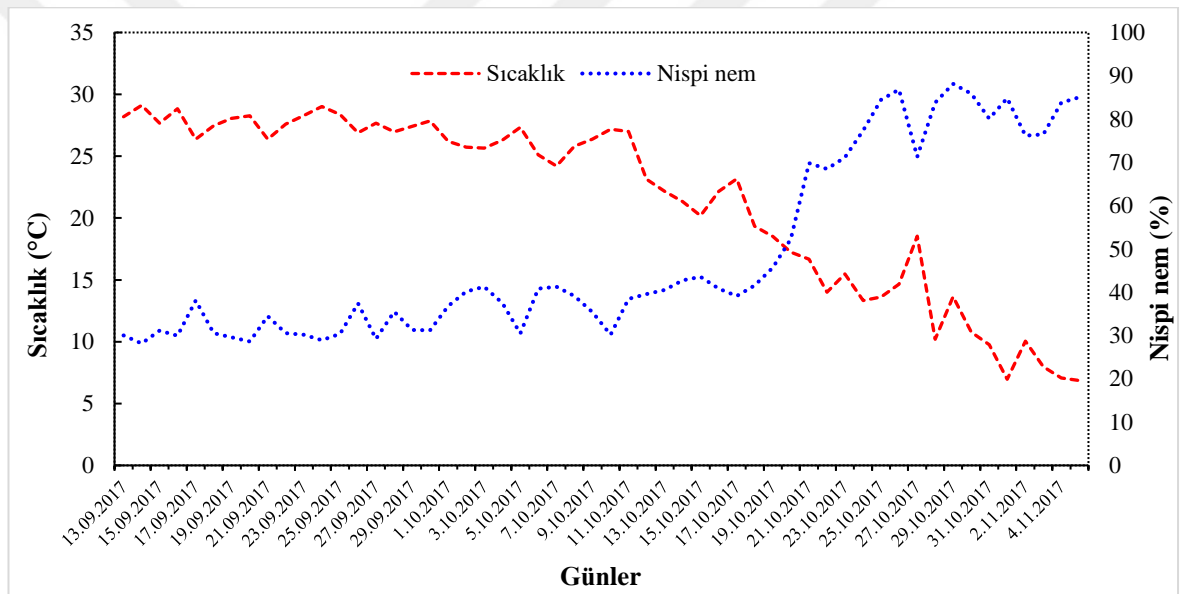
4.2. Çalışmada Kullanılan Vermikompost Gübresinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Denemede kullanılan vermikompost gübresinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 4.2’de verilmektedir. Analiz sonuçlarına göre vermikompost gübresinin organik madde, azot, fosfor ve potasyum bakımından zengin olduğu tespit edilmiştir. Barley (1961) tarafından vermikompostun içerisindeki besin elementlerinin özellikle azot, fosfor ve potasyumun bitki tarafından doğrudan alınabilir formda olduğu açıklanmıştır.

Çizelge 4.2. Çalışmada kullanılan vermikompost gübresinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

İncelenen Özellikler	Belirlenen Değerler
pH	6.9
EC (dS/m)	3.7
Organik Madde (%)	20
Azot (N) (%)	1.20
Fosfor (P) (%)	1.09
Potasyum (K) (%)	3.51

Deneme süresince sera içerisinde günlük olarak ölçülen ortalama sıcaklık ve nispi nem değerlerine ait grafik **Şekil 4.1**'de sunulmuştur.



Şekil 4.1. Deneme süresince sera içerisinde ölçülen sıcaklık ve nispi nem değerleri.

4.3. Çalışmada Ele Alınan Uygulamaların Marulda Bitki Özellikleri (Bitki Boyu, Bitki Eni, Bitki Yaş Ağırlığı ve Bitki Kuru Ağırlığı) Üzerine Etkileri

Çalışmada ele alınan uygulamalarının marulda bitki boyu, bitki eni, bitki yaş ağırlığı ve bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri Çizelge 4.3 ve Şekil 4.2'de verilmiştir. Bitki boyu, bitki eni ve bitki yaş ağırlığı bakımından uygulamalar arasındaki farklılık önemli ($P<0.05$), bitki kuru ağırlığı bakımından ise çok önemli ($P<0.01$) bulunmuştur.

Uygulamalar arasında en yüksek bitki boyu VK3 (21.64 cm) uygulamasında tespit edilmiş olup, onu sırasıyla aralarında istatistiksel fark olmayan TG, VK4, VK2 ve VK1 uygulamaları izlemiştir. Bitki boyu bakımından en düşük boylu bitkiler ise 19.02 cm ile kontrol uygulamasında saptanmıştır. VK3 uygulamasının kontrol uygulamasına göre bitki boyunu %13.77 oranında artırdığı belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Hernandez vd. (2010)'nin yaptıkları çalışmada marulda bitki boyu vermikompost uygulamasında inorganik gübreye göre daha düşük bulunmuştur. Özkan ve Müftüoğlu (2016) tarafından yapılan çalışmada marulda farklı vermikompost dozlarının etkileri araştırılmıştır. Çalışmada bitki boyu 10.40-12.24 cm arasında bulunmuş ve bitki boyu bakımından en yüksek değerler 750 kg/da vermikompost uygulamasından elde edilmiştir. Durak vd. (2017)'nin yaptıkları çalışmada vermikompostun marulda bazı büyüme parametreleri ve verim üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada bitki boyu 19.23-34.06 cm arasında değişmiş, vermikompostun kontrol ve geleneksel gübrelemeye göre bitki boyunu artırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca, vermikompost dozu arttıkça bitki boyu artmış ve en yüksek bitki boyu 300 kg/da vermikompost uygulamasında belirlenmiştir. Benzer şekilde, Adiloğlu vd. (2018) yürüttükleri çalışmada vermikompostun marulda büyüme ve verim üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada bitki boyu 24.2-26.6 cm arasında değişmiş, bitki boyu bakımından vermikompost uygulamalarında kontrole göre önemli artışlar belirlenmiştir. Fakat artan vermikompost dozlarında bitki boyunun azaldığı bildirilmiştir. Daha önceki çalışmalarda, vermikompost uygulamalarının ıspanakta (Peyvast vd., 2008; Çıtak vd., 2011; Vigardt, 2012; Özkan vd., 2016); lahanada (Getnet ve Raja, 2013); karnabaharda (Amresh, 2009; Jahan vd., 2014); sarımsakta (Degwale, 2016; Patidar vd., 2017); domateste (Joshi ve Vig 2010; Gopinathan ve Prakash, 2014); turpta (Alsina vd., 2013); bamyada (Kannahi ve Babynisha, 2018) ve biberde (Narkhede vd., 2011) kontrole göre bitki boyunu artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca, Amresh (2009), Getnet ve Raja (2013) ve Özkan vd. (2016) sırasıyla karnabahar, lahanada ve ıspanakta uygulanan vermikompost miktarı arttıkça bitki boyunun da önemli oranda arttığını belirlemişlerdir.

Bitki eni bakımından en yüksek değer TG uygulamasında (30.64 cm) belirlenmiş, onu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan VK4 uygulaması (28.64 cm) takip etmiştir. Kontrol, VK1, VK2 ve VK3 uygulamaları aynı grupta yer almış olup, bitki eni bakımından en düşük değerlere sahip olmuşlardır. VK4 uygulamasının

kontrole göre bitki enini %5.53 oranında artırdığı gözlenmiştir (Çizelge 4.3). Marul yetiştiriciliğinde birim alandaki bitki sayısını belirleyen özelliklerin başında bitki eni değeri gelmektedir. Bitki eni değeri arttıkça birim alanda yetiştirilebilecek bitki sayısı azalmaktadır. Durak vd. (2017) marulda yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamalarının geleneksel gübrelemeye göre bitki enini artırdığını, bitki eninin 29.73-37.00 cm arasında değiştiğini ve en yüksek bitki eni değerlerinin 100 kg/da vermikompost uygulamasında gözlendiğini bildirmişlerdir. Adiloğlu vd. (2018) tarafından marulda yapılan çalışmada bitki eni 32.2-34.8 cm arasında değişiklik göstermiş ve bitki eni bakımından vermikompost uygulamalarında kontrole göre önemli artışlar tespit edilmiştir. Amresh (2009) vermikompostun karnabaharda kontrole göre bitki enini artırdığını ve vermikompost miktarı arttıkça bitki eninin de arttığını bildirmiştir.

En önemli verim parametresi olan bitki yaş ağırlığı yönünden farklı uygulamalar incelendiğinde, en yüksek değerler TG uygulamasında (235.11 g) belirlenmiştir. TG uygulamasını aralarında istatistiksel fark bulunmayan VK1 uygulaması (212.30 g) takip etmiştir. En düşük bitki yaş ağırlığı kontrol uygulamasında (187.46 g) gözlenmiştir. VK2, VK3 ve VK4 uygulamaları kontrolle aynı grupta yer almasına rağmen bitki yaş ağırlığı bakımından vermikompost uygulamalarının hepsinde kontrolden daha yüksek değerler elde edilmiştir. VK1 uygulamasının yapıldığı bitkilerin kontrol uygulamasındaki bitkilere göre bitki yaş ağırlığı bakımından %13.25 oranında artış sağladığı belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Hernandez vd. (2010) tarafından vermikompost ve kompostun marulda bitki büyümesi üzerine etkisini incelemek amacıyla yapılan çalışmada en yüksek bitki yaş ağırlığı inorganik gübrede belirlenmiştir. Leon vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada marulda bitki yaş ağırlığı 237.25-263.85 g arasında değişiklik göstermiş ve bitki yaş ağırlığı vermikompost uygulamasında kontrole göre daha yüksek bulunmuştur. Aynı şekilde, Wallis (2014) marulda bitki yaş ağırlığının vermikompost uygulamalarında kontrole göre artış gösterdiğini bildirmiştir. Chatterjee (2015) tarafından yapılan çalışmada marulda bitki yaş ağırlığı 228-334 g arasında bulunmuş ve bitki yaş ağırlığı bakımından en iyi sonuçlar ahır gübresi, vermikompost ve biyo gübrenin birlikte kullanıldığı uygulamada belirlenmiştir. Vermikompost uygulamasında bitki yaş ağırlığı ahır gübresine göre daha yüksek bulunmuştur. Adiloğlu vd. (2018)'nin yürüttükleri çalışmada marulda bitki yaş

ağırlığı 122.7-142.8 g arasında değişiklik göstermiş ve bitki yaş ağırlığı bakımından vermikompost uygulamalarında kontrole göre önemli artışlar belirlenmiştir. Özen (2018) tarafından marulda mantar kompostu, leonardit ve vermikompostun farklı dozlarının kullanıldığı çalışmada artan organik materyal uygulama dozuna bağlı olarak marul bitkisinin yaş ağırlığının genel olarak arttığı bulunmuştur. Değişik araştırmacılar vermikompostun ıspanakta (Vigardt, 2012; Özkan vd., 2016; Xu ve Mou, 2016); pazıda (Köksal vd., 2017); bamyada (Baliah ve Muthulakshmi, 2017) ve biberde (Narkhede vd., 2011; Küçükymuk vd., 2014; Vijayalakshmi ve Gayathri, 2017) bitki yaş ağırlığını kontrole göre artırdığını ve vermikompost miktarı arttıkça bitki yaş ağırlığının da arttığını bildirmişlerdir.

Bitki yaş ağırlığına paralel olarak bitki kuru ağırlığı bakımından da TG uygulaması (17.97 g) yine ilk sırada yer almıştır. TG uygulamasını ise istatistiksel olarak aynı grupta yer alan VK3 (16.81 g) ve VK1 (16.05 g) uygulamaları izlemiştir. Diğer taraftan, en düşük bitki kuru ağırlığı ise kontrol uygulamasında (12.67 g) tespit edilmiştir. VK3 uygulamasının kontrol uygulamasına göre bitki kuru ağırlığını %32.68 oranında artırdığı belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Stancheva ve Mitova (2002) vermikompost uygulamasının marulda kuru ağırlıkta önemli bir artışa neden olduğunu belirtmiştir. Buna karşılık, Ali vd. (2007) tarafından vermikompost ve kompostun marulun büyüme özellikleri üzerine etkisinin incelendiği çalışmada vermikompostun tek başına kullanıldığı ortamda bitki kuru ağırlığı en düşük bulunmuştur. Sunaryo (2010) tarafından yapılan çalışmada marulda vermikompost uygulamasında bitki kuru ağırlığı NPK gübresi uygulamasına göre daha yüksek bulunmuştur. Leon vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada bitki kuru ağırlığı 27.88-29.41 g arasında bulunmuş ve bitki kuru ağırlığı bakımından kontrol ile vermikompost uygulamaları arasında fark bulunmamıştır. Daha önceki çalışmalarda vermikompost uygulamalarının ıspanakta (Xu ve Mou, 2016); pazıda (Köksal vd., 2017); biberde (Narkhede vd., 2011; Küçükymuk vd., 2014); domateste (Kashem vd., 2015) ve bamyada (Baliah ve Muthulakshmi, 2017) bitki kuru ağırlığını kontrole göre artırdığı bildirilmiştir. Ayrıca, Kashem vd. (2015) domateste yaptıkları çalışmada vermikompost dozu arttıkça bitki kuru ağırlığının da arttığını belirlemişlerdir.

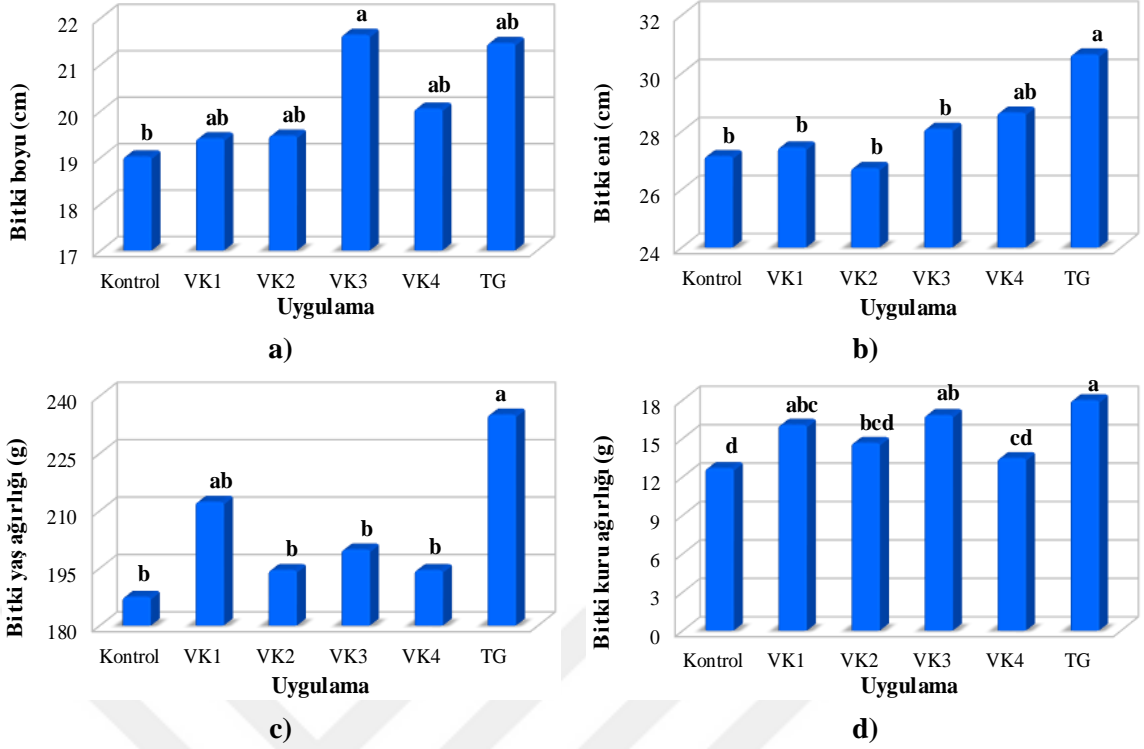
Çalışmada bitki boyu, bitki yaş ve kuru ağırlığı bakımından tüm vermikompost uygulamalarından (VK1, VK2, VK3 ve VK4) kontrol uygulamasına göre daha

yüksek değerler elde edilmiştir (Çizelge 4.3). Vermikompost uygulaması sonucunda bitkilerin daha iyi büyümesi, vermikompostun fiziksel, biyolojik ve kimyasal olarak toprak verimliliği üzerindeki olumlu etkisine bağlı olarak ortaya çıkabilir. Toprağa vermikompost ilavesinin toprağın hümik asit içeriğini, organik madde içeriğini, bitki büyüme hormonlarını ve diğer yararlı simbiyotik mikroorganizmaları artırdığı ve toprak yapısını iyileştirerek bitki besin maddelerinin kullanılabilirliğine yardımcı olduğu, bunun sonucunda da bitki büyümesini ve verimi olumlu yönde etkilediği bildirilmektedir (Atiyeh vd., 2000). Sunaryo (2010) marulda vermikompost uygulamasının NPK gübresi uygulamasına göre daha iyi bir bitki büyümesi gösterdiğini belirlemiştir. Özkan ve Müftüoğlu (2016) marulda yürüttükleri çalışmada farklı dozlardaki vermikompostun bitki büyüme ve verimini artırdığını bildirmişlerdir. Verim ve yaprak eni yönünden en yüksek değerler 1000 kg/da vermikompost uygulamasından; bitki boyu, yaprak sayısı ve yaprak boyu bakımından en yüksek değerler ise 750 kg/da vermikompost uygulamasından elde edilmiştir. Durak vd. (2017)'nin yaptıkları çalışmada ise marulda vermikompost uygulamasının kontrol ve geleneksel gübrelemeye göre verim ve büyüme parametrelerini olumlu yönde etkilediği ve 300 kg/da vermikompost uygulamasının en uygun doz olduğu tespit edilmiştir. Marulda bitki boyu, bitki eni, bitki yaş ve kuru ağırlığının yetiştirme şekli (açıkta veya örtü altında), yetiştirme dönemi, ekoloji ve genotiplere (çeşitlere) bağlı olarak önemli farklılıklar gösterdiği belirtilmektedir (Gül vd., 2005).

Çizelge 4.3. Çalışmada ele alınan uygulamaların marulda bitki özellikleri (bitki boyu, bitki eni, bitki yaş ağırlığı ve bitki kuru ağırlığı) üzerine etkileri

Uygulama	Bitki boyu (cm)	Bitki eni (cm)	Bitki yaş ağırlığı (g)	Bitki kuru ağırlığı (g)
Kontrol	19.02b*	27.14b*	187.46b*	12.67d**
VK1	19.41ab	27.44b	212.30ab	16.05abc
VK2	19.47ab	26.73b	194.47b	14.64bcd
VK3	21.64a	28.08b	199.84b	16.81ab
VK4	20.05ab	28.64ab	194.46b	13.45cd
TG	21.46ab	30.64a	235.11a	17.97a

*: P<0.05 düzeyinde önemli, **: P<0.01 düzeyinde çok önemli, Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.



Şekil 4.2. Çalışmada ele alınan uygulamaların a) bitki boyu, b) bitki eni, c) bitki yaş ağırlığı ve d) bitki kuru ağırlığı üzerine etkisi.

4.4. Çalışmada Ele Alınan Uygulamaların Marulda Kök Özellikleri (Kök Uzunluğu, Kök Boğazı Çapı, Kök Yaş Ağırlığı ve Kök Kuru Ağırlığı) Üzerine Etkileri

Çizelge 4.4 ve Şekil 4.3'den de görülebileceği gibi çalışmaya konu olan uygulamaların marulda kök uzunluğu ve kök boğazı çapına etkisi istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) iken, kök yaş ve kuru ağırlığına etkisi istatistiksel olarak önemsiz ($P > 0.05$) bulunmuştur.

Kontrol uygulamasında kök uzunluğu 12.41 cm ile en yüksek bulunmuştur. Onu istatistiksel olarak aralarında fark olmayan VK4 ve VK1 uygulamaları (sırasıyla 11.84 ve 11.70 cm) izlemiştir. En kısa kök oluşumu ise TG, VK3 ve VK2 uygulamalarına (sırasıyla 10.80, 11.24 ve 11.29 cm) ait bitkilerde belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Kök uzunluğu değerlerindeki değişkenliğin kısmen de olsa topraktan kökler çıkarılırken meydana gelen kayıplarla da ilgili olabileceği düşünülmektedir. Adiloğlu vd. (2018) tarafından yürütülen çalışmada marulda kök uzunluğu 17.5-19.3 cm arasında belirlenmiş, vermikompost uygulamaları ve kontrol arasında kök uzunluğu bakımından önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Çıtak (2014) tarafından havuçta yapılan çalışmada kök uzunluğu vermikompost uygulamasında kontrolden

yüksek, fakat kimyasal gübreden düşük bulunmuştur. Dhanalakshmi vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada bamyaya, patlıcan, domates ve biberde kök uzunluğu bakımından vermikompost uygulamalarından kontrole göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. Benzer şekilde, Vijayalakshmi ve Gayathri (2017) biberde yaptıkları çalışmada; Getnet ve Raja (2013) lahanada yaptıkları çalışmada; Gopinathan ve Prakash (2014) ve Vaidyanathan ve Vijayalakshmi (2017) domateste yaptıkları çalışmada; Kumari vd. (2017) patlıcanda yaptıkları çalışmada; Baliah ve Muthulakshmi (2017) ve Kannahi ve Babynisha (2018) bamyada yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamalarının kontrole göre kök uzunluğunu artırdığını bildirmişlerdir.

Farklı uygulamaların marulda kök boğazı çapı üzerine etkisi incelendiğinde, en yüksek kök boğazı çapı VK3 uygulamasında (16.79 mm) elde edilmiştir. VK1, VK2, kontrol ve TG uygulamaları VK3 uygulaması ile aynı grupta yer almıştır. En düşük kök boğazı çapı ise 12.74 mm ile VK4 uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Özen (2018) organik uygulamaların marul bitkisinin verim ve kalitesi üzerine etkilerini araştırmıştır. Çalışmada, organik materyal olarak mantar kompostu, leonardit ve vermikompostun farklı dozları uygulanmış ve artan organik materyal uygulama dozuna bağlı olarak marul bitkisinin kök boğazı çapının arttığı belirlenmiştir. Değişik araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda marulda kök boğazı çapının 20.00-22.00 mm (Kesimci, 2013), 21.37-25.67 mm (Alas, 2016) ve 16.6-22.6 mm (Topaklı Solak, 2016) arasında değiştiği bildirilmiştir. Bizim sonuçlarımız bahsedilen bu çalışmaların sonuçlarından daha düşük bulunmuştur.

Çalışmada ele alınan uygulamalara bağlı olarak marul bitkilerinde kök yaş ve kuru ağırlığı değerleri sırasıyla 16.28-20.36 g ve 3.10-4.65 g arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.4). Çivit (2010) tarafından yapılan çalışmada marul için kök yaş ağırlığı 17.40-54.53 g, Kul (2014) tarafından yapılan çalışmada ise marul için kök yaş ağırlığı 27.91-31.68 g ve kök kuru ağırlığı 1.24-1.60 g olarak bildirilmiştir. Kashem vd. (2015) domateste yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamalarının kök kuru ağırlığını kontrole göre önemli oranda artırdığını ve vermikompost dozu arttıkça kök kuru ağırlığının da arttığını bildirmişlerdir. Özkan vd. (2016)'nin ıspanakta yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamalarında kök yaş ağırlığı kontrole göre önemli oranda daha yüksek bulunmuş, uygulanan vermikompost miktarı arttıkça kök yaş ağırlığının da arttığı belirlenmiştir. Alaboz vd. (2017)

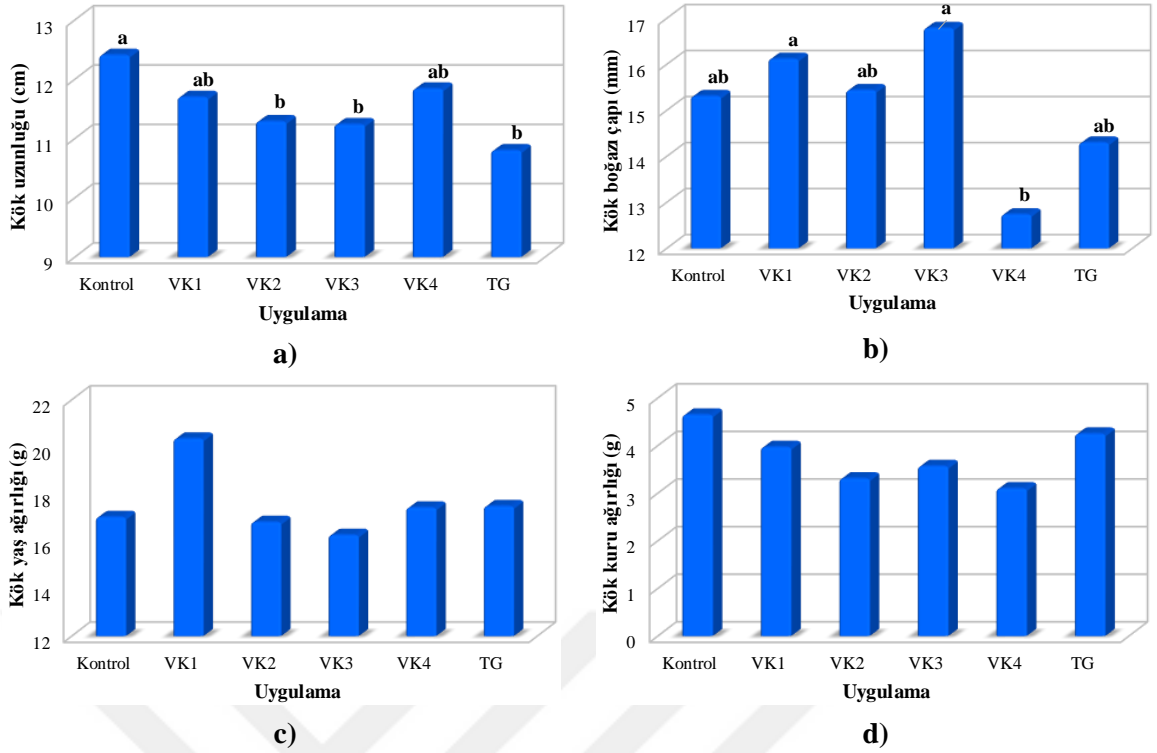
tarafından biberde yapılan çalışmada vermikompost uygulamalarında kök yaş ağırlığı kontrol ile karşılaştırıldığında önemli oranda daha yüksek bulunmuştur. Aynı şekilde, Kumari vd. (2017) tarafından patlıcanda yapılan çalışmada vermikompost uygulamalarının kök yaş ve kuru ağırlığını kontrole göre önemli oranda artırdığı belirlenmiştir.

Bitkinin çevre koşullarına adaptasyon kabiliyeti, yetiştirme ortamında bitki besin elementlerinin durumu, kültür koşulları, ekoloji, genotip, yetiştirme dönemi, yetiştirme ortamının hacmi ve havalanma kapasitesi bitki kök gelişiminde belirleyici rol oynayan faktörlerdir (Duman, 2007).

Çizelge 4.4. Çalışmada ele alınan uygulamaların marulda kök özellikleri (kök uzunluğu, kök boğazı çapı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı) üzerine etkileri

Uygulama	Kök uzunluğu (cm)	Kök boğazı çapı (mm)	Kök yaş ağırlığı (g)	Kök kuru ağırlığı (g)
Kontrol	12.41a*	15.31ab*	17.04öd	4.65öd
VK1	11.70ab	16.12a	20.36	3.97
VK2	11.29b	15.44ab	16.83	3.31
VK3	11.24b	16.79a	16.28	3.57
VK4	11.84ab	12.74b	17.44	3.10
TG	10.80b	14.30ab	17.50	4.25

*: P<0.05 düzeyinde önemli, öd: önemli değil P>0.05, Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.



Şekil 4.3. Çalışmada ele alınan uygulamaların a) kök uzunluğu, b) kök boğazı çapı, c) kök yaş ağırlığı ve d) kök kuru ağırlığı üzerine etkisi.

4.5. Çalışmada Ele Alınan Uygulamaların Marulda Yaprak Özellikleri (Yaprak Boyu, Yaprak Eni, Pazarlanabilir Yaprak Sayısı, Iskarta Yaprak Sayısı ve Iskarta Yaprak Ağırlığı) Üzerine Etkileri

Yaprak boyu, pazarlanabilir yaprak sayısı ve iskarta yaprak ağırlığı bakımından da uygulamalar arasındaki farklılıklar önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur. Buna karşılık, yaprak eni ve iskarta yaprak sayısı bakımından uygulamalar arasındaki farklılıkların önemsiz ($P > 0.05$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.4).

Çalışmada ele alınan uygulamalar arasında en yüksek yaprak boyu 18.08 cm ile TG uygulamasında belirlenmiş, TG uygulamasını sırasıyla onunla istatistiksel olarak aynı grupta yer alan VK1, VK3, kontrol ve VK2 uygulamaları izlemiştir. En düşük yaprak boyu ise 16.62 cm ile VK4 uygulamasında gözlenmiştir (Çizelge 4.5). Özkan ve Müftüoğlu (2016) tarafından marulda vermikompost uygulamasının yaprak uzunluğunu artırdığı belirlenmiştir. Adiloğlu vd. (2018) marulda yaptıkları çalışmada yaprak uzunluğunun 16.2-17.0 cm arasında değiştiğini ve yaprak uzunluğu bakımından vermikompost uygulamalarında kontrole göre önemli artışların olduğunu belirlemişlerdir. Yapılan çalışmalarda vermikompost uygulamalarının ıspanakta

(Özkan vd., 2016); lahanada (Getnet ve Raja, 2013); pazıda (Köksal vd., 2017); patlıcanda (Kumari vd., 2017); sarımsakta (Kenea ve Gedamu, 2018); turpta (Jadhav vd., 2014) ve soğanda (Srivastava vd., 2012) kontrole göre yaprak uzunluğunu artırdığı bildirilmiştir. Ayrıca, Getnet ve Raja (2013), Özkan vd. (2016) ve Jadhav vd. (2014) sırasıyla lahana, ıspanak ve turpta uygulanan vermikompost miktarı arttıkça yaprak uzunluğunun da arttığını belirlemişlerdir.

Farklı uygulamalara ait yaprak eni değerlerinin 17.72-18.41 cm arasında değiştiği belirlenmiştir. Yaprak eni bakımından vermikompost uygulamalarından kontrol uygulamasına göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. Vermikompost uygulamalarında kullanılan vermikompost dozu arttıkça yaprak eni bir miktar azalmasına rağmen tüm vermikompost uygulamalarında kontrolden daha yüksek yaprak eni değerleri elde edilmiştir (Çizelge 4.5). Özkan ve Müftüoğlu (2016) marulda yaptıkları çalışmada yaprak eni bakımından vermikompost uygulamalarından kontrole göre daha yüksek değerler elde edildiğini, vermikompost dozu arttıkça yaprak eninin arttığını ve yaprak eni yönünden en yüksek değerlerin 1000 kg/da vermikompost dozundan elde edildiğini bildirmişlerdir. Adiloğlu vd. (2018) yürüttükleri çalışmada marulda yaprak eninin 13.7-15.4 cm arasında değiştiğini ve yaprak eni bakımından vermikompost uygulamalarında kontrole göre önemli artışların olduğunu belirlemişlerdir. Özkan vd. (2016) ıspanakta yaptıkları çalışmada, Getnet ve Raja (2013) lahanada yaptıkları çalışmada ve Köksal vd. (2017) pazıda yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamalarında yaprak eninin kontrole göre daha yüksek olduğunu ve uygulanan vermikompost miktarı arttıkça yaprak eninin de önemli oranda arttığını bildirmişlerdir.

Yaprak boyu ve yaprak eninde olduğu gibi en yüksek pazarlanabilir yaprak sayısı TG uygulamasında (25.58) bulunmuş olup, VK1, VK4, VK3 ve VK2 uygulamaları TG ile istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Bununla birlikte, en düşük pazarlanabilir yaprak sayısı kontrol uygulamasında (21.67) belirlenmiştir. Pazarlanabilir yaprak sayısı bakımından vermikompost uygulamalarından kontrol uygulamasına göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. VK1 uygulamasının kontrole göre pazarlanabilir yaprak sayısını %12.28 oranında artırdığı gözlenmiştir (Çizelge 4.5). Değişik araştırmacılar tarafından marulda vermikompost uygulamalarının etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda yaprak sayısı 11.47-18.42 (Chatterjee, 2015), 11.40-15.60 (Özkan ve Müftüoğlu, 2016) ve 20.6-22.2 adet

(Adiloğlu vd., 2018) olarak bulunmuştur. Daha önceki çalışmalarda vermikompost uygulamalarının marulda (Sunaryo, 2010; Leon vd., 2012; Chatterjee, 2015; Özkan ve Müftüoğlu, 2016; Adiloğlu vd., 2018); ıspanakta (Peyvast vd., 2008; Çıtak vd., 2011; Vigardt, 2012; Özkan vd., 2016; Xu ve Mou, 2016); pazıda (Köksal vd., 2017); biberde (Huerta vd., 2010; Narkhede vd., 2011; Vigardt, 2012; Vijayalakshmi ve Gayathri, 2017; Rekha vd., 2018); bamyada (Prabha vd., 2007; Dhanalakshmi vd., 2014; Kannahi ve Babynisha, 2018); domateste (Joshi ve Vig, 2010; Gopinathan ve Prakash, 2014; Vaidyanathan ve Vijayalakshmi, 2017); soğanda (Srivastava vd., 2012); karnabaharda (Jahan vd., 2014) ve patlıcanda (Dhanalakshmi vd., 2014; Kumari vd., 2017) yaprak sayısını artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca, vermikompost dozu arttıkça yaprak sayısının da arttığı domateste (Azarmi vd., 2008; Kashem vd., 2015), karnabaharda (Amresh, 2009), lahanada (Getnet ve Raja, 2013), turpta (Jadhav vd., 2014) ve sarımsakta (Degwale, 2016; Patidar vd., 2017) bildirilmiştir.

Farklı uygulamalara ait ıskarta yaprak sayısı değerleri 2.42-3.42 arasında değişmiştir (Çizelge 4.5). Daha az ıskarta yaprağın olması, pazar değeri yani kalite açısından oldukça önemlidir. Iskarta yaprak sayısı ile ilgili olarak bizim sonuçlarımız Çanakkale şartlarında tarla ve tünel altında kıvırcık salata yetiştirme olanaklarını araştıran Topaklı Solak (2016)'ın bildirdiği sınırlar (0.8-5.0 adet) içerisinde dir. Bununla birlikte, Mohammed (2013) tarafından yapılan çalışmada bizim sonuçlarımızdan daha yüksek ıskarta yaprak sayısı değerleri bildirilmiştir.

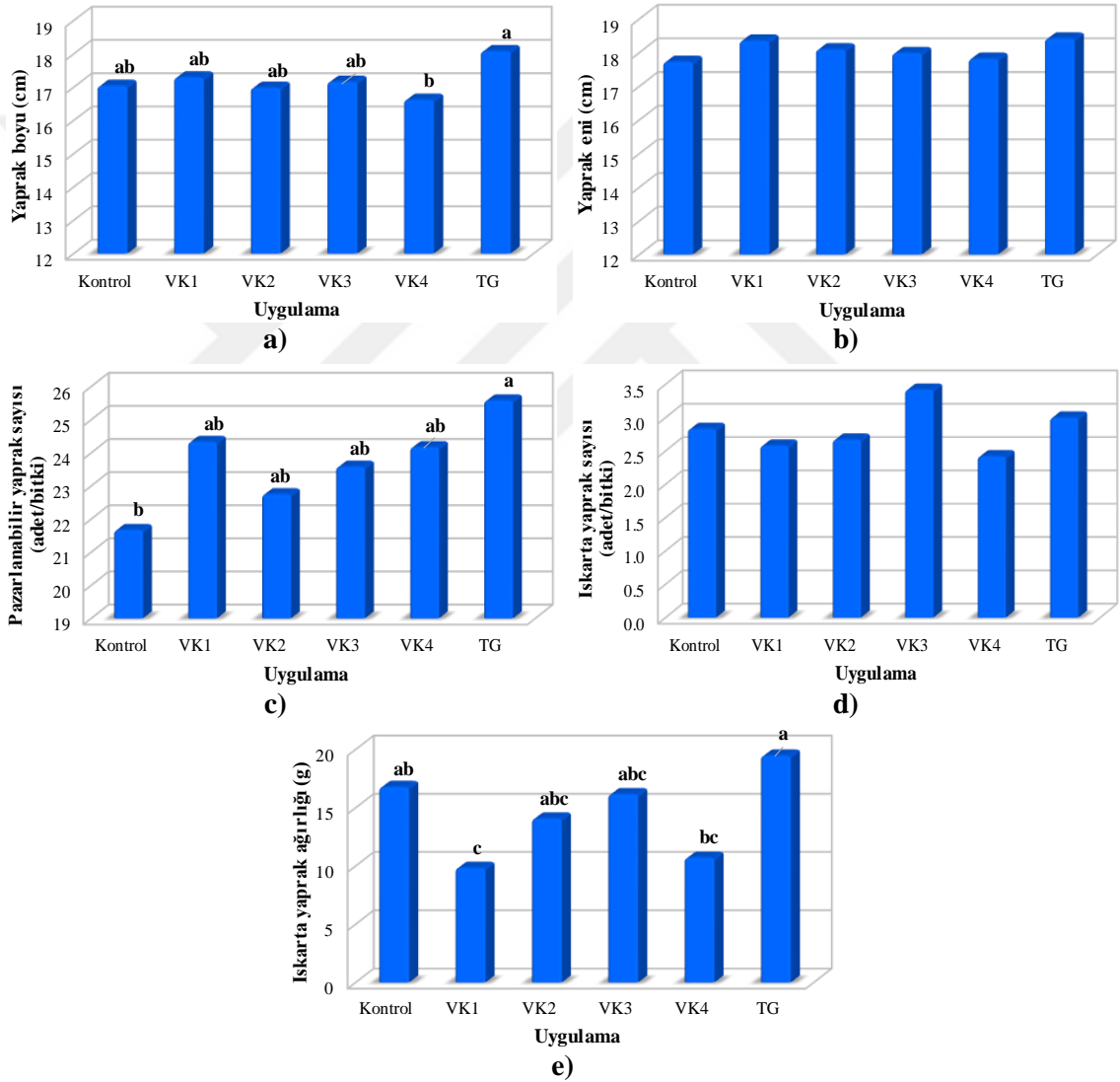
Çizelge 4.5. Çalışmada ele alınan uygulamaların marulda yaprak özellikleri (yaprak boyu, yaprak eni, pazarlanabilir yaprak sayısı, ıskarta yaprak sayısı ve ıskarta yaprak ağırlığı) üzerine etkileri

Uygulama	Yaprak boyu (cm)	Yaprak eni (cm)	Pazarlanabilir yaprak sayısı (adet/bitki)	Iskarta yaprak sayısı (adet/bitki)	Iskarta yaprak ağırlığı (g)
Kontrol	17.04ab*	17.72öd	21.67b*	2.83öd	16.78ab*
VK1	17.29ab	18.35	24.33ab	2.58	9.84c
VK2	16.98ab	18.09	22.75ab	2.67	14.07abc
VK3	17.16ab	17.98	23.58ab	3.42	16.16abc
VK4	16.62b	17.81	24.17ab	2.42	10.70bc
TG	18.08a	18.41	25.58a	3.00	19.47a

*: P<0.05 düzeyinde önemli, öd: önemli değil P>0.05, Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

En yüksek ıskarta yaprak ağırlığı 19.47 g ile TG uygulamasında belirlenirken, en düşük ıskarta yaprak ağırlığı 9.84 g ile VK1 uygulamasında belirlenmiştir. ıskarta yaprak ağırlığı bakımından vermikompost uygulamalarından kontrol uygulamasına göre daha düşük değerler elde edilmiştir (Çizelge 4.5). Mohammed (2013) tarafından yapılan çalışmada bizim bulgularımızdan daha yüksek ıskarta (atılan) yaprak ağırlığı değerleri elde edilmiştir.

Yetiştirme dönemi, ekoloji ve genotip farklılıklarının yaprak özellikleri ile ilgili bu sonuçlarda etkili olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.4. Çalışmada ele alınan uygulamaların a) yaprak boyu, b) yaprak eni, c) pazarlanabilir yaprak sayısı, d) ıskarta yaprak sayısı ve e) ıskarta yaprak ağırlığı üzerine etkisi.

4.6. Çalışmada Ele Alınan Uygulamaların Marulda Bazı Kimyasal Özellikler (Klorofil, Kuru Madde Oranı, pH, Suda Çözünebilir Kuru Madde ve Nitrat İçeriği) Üzerine Etkileri

Çizelge 4.6 ve Şekil 4.5'te görüldüğü gibi klorofil, kuru madde oranı, suda çözünebilir kuru madde ve nitrat içeriği bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar çok önemli ($P<0.01$) iken, pH içeriğine uygulamaların etkisi önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur.

Bu çalışmada farklı uygulamalara ait marul bitkilerinde klorofil içeriği 19.69-24.08 spad arasında değişmiş olup, en yüksek klorofil miktarı VK3 uygulamasında gözlenirken, en düşük klorofil içeriği kontrolde saptanmıştır. Kontrol ve ticari gübre uygulamaları ile karşılaştırıldığında vermikompost uygulamalarının klorofil içeriği bakımından genel olarak bir artış sağladığı tespit edilmiştir. VK3 uygulamasının kontrol uygulamasına göre bitkideki klorofil değerini %22.30 oranında artırdığı belirlenmiştir (Çizelge 4.6). Yaprak klorofil içeriği, bitkiler tarafından azot alımının bir göstergesi olarak düşünülmektedir. Ali vd. (2007)'nin vermikompost ve kompostun marulun büyüme özelliklerine etkisini değerlendirdikleri çalışmada klorofil içeriği 28-34 spad arasında bulunmuştur. Vermikompostun tek başına kullanıldığı ortamda klorofil içeriği, kompost ile kompost+vermicompost karışımından daha düşük olarak belirlenmiştir. Chatterjee (2015) tarafından ahır gübresi, vermikompost ve biyo gübre uygulamalarının organik marul üretiminde büyüme ve verim üzerine etkisini incelemek amacıyla yapılan çalışmada klorofil içeriği 28-39 spad arasında bulunmuştur. Vermikompost uygulamasında klorofil içeriği ahır gübresine göre daha yüksek bulunmuştur. Marulda klorofil miktarı Bilgi (2009) tarafından yapılan çalışmada 21.7-25.8 spad, Akbay (2012) tarafından yapılan çalışmada 25-40 spad, Kul (2014) tarafından yapılan çalışmada 33.97-38.83 spad ve Topaklı Solak (2016) tarafından yapılan çalışmada 14.9-27.1 spad arasında bulunmuştur. Narkhede vd. (2011)'nin biberde yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamalarında klorofil içeriği kimyasal gübre ve kontrolden daha yüksek bulunmuş ve vermikompost dozu arttıkça klorofil içeriği de artmıştır. Srivastava vd. (2012) soğanda, Lesufi (2015) lahanada ve Baliah ve Muthulakshmi (2017) bamyada yürüttükleri çalışmalarda vermikompost uygulamasının kontrole göre klorofil içeriğini artırdığını bildirmişlerdir. Diğer taraftan, Alaboz vd. (2017) biberde yaptıkları çalışmada klorofil içeriğinin vermikompost uygulamalarında kontrolden

daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Ak Göksu ve Öztokat Kuzucu (2017) tarafından karpuzda yapılan çalışmada ise klorofil içeriği açısından kontrol ve vermikompost uygulamaları arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır.

Klorofil miktarında olduğu gibi en yüksek kuru madde oranı VK3 uygulamasında (%8.45) belirlenmiş, onu kontrol uygulaması (%7.77) izlemiştir. En düşük kuru madde oranı ise VK1 uygulamasında (%6.51) bulunmuştur (Çizelge 4.6). Premuzic vd. (2002)'nin marulda yaptıkları çalışmada kompost, vermikompost ve inorganik gübre uygulamaları arasında kuru madde içeriği açısından bir farklılık saptanmamıştır. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda marulda kuru madde oranının %2.12-11.0 arasında değiştiği bildirilmiştir (Duman, 2007; Rakıcı, 2010; Akbay, 2012; Mohammed, 2013; Kul, 2014; Çakırer, 2015; Köse, 2015). Çalışmada elde edilen kuru madde oranı değerleri literatürde belirtilen sınırlar içerisinde yer almıştır. Degwale (2016) vermikompostun sarımsakta kontrole göre kuru madde yüzdesini artırdığını bildirmiştir. Kenea ve Gedamu (2018) vermikompost ve mineral azot gübresinin sarımsakta büyüme üzerine etkisini inceledikleri çalışmada en yüksek kuru madde içeriğini mineral azot gübresinde belirlemişlerdir. Mohanta vd. (2018)'nin brokkolide yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamasında kuru madde içeriği kontrolden daha yüksek bulunmuştur.

Farklı uygulamalara ait marul bitkilerinde pH içeriği birbirine çok yakın bulunmuş olup 5.98-6.06 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.6). Organik ve konvansiyonel olarak yetiştirilen marul çeşitlerinin verim ve kalite özellikleri yönünden karşılaştırıldığı çalışmada pH değeri 5.96-6.28 olarak belirlenmiştir (Rakıcı, 2010). Çakmak (2011) tarafından kıvırcık yapraklı salata yetiştiriciliğinde organik ve kimyasal gübre uygulamalarının karşılaştırıldığı çalışmada organik gübrelemede pH daha yüksek bulunmuştur. Öztürk (2011) tarafından kıvırcık yapraklı salatanın organik ve konvansiyonel yetiştiriciliğinin verim ve kaliteye etkisinin araştırıldığı çalışmada pH değeri 5.32-6.30 arasında değişmiştir. Sera koşullarında bitki büyümesini artırıcı rizobakterlerin marulda verim, verim unsurları ve besin elementi içeriklerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada pH değeri 5.00-6.00 arasında bulunmuştur (Kesimci, 2013). Çeltik kavuzunun topraksız kültür salata yetiştiriciliğinde kullanıma olanaklarının araştırıldığı çalışmada ise pH değeri 5.86-6.05 arasında değişmiştir (Çakırer, 2015). Bizim sonuçlarımız bahsedilen bu

çalışmaların sonuçları ile uyumludur. Tavalı vd. (2013) ve Tavalı vd. (2014a)'nin sırasıyla karnabaharda ve beyaz baş lahanada yaptıkları çalışmalarda vermikompost uygulamaları, kontrol ve kimyasal gübreleme arasında pH değeri bakımından önemli bir farklılık bulunmamıştır. Benzer şekilde, Joshi ve Vig (2010) tarafından domateste yapılan çalışmada ve Ak Göksu ve Öztokat Kuzucu (2017) tarafından karpuzda yapılan çalışmada kontrol ve vermikompost uygulamaları arasında pH değeri açısından önemli bir farklılık bulunmamıştır.

Suda çözünebilir kuru madde içeriği incelendiğinde, kuru madde oranına benzer sonuçlar elde edilmiştir. En yüksek suda çözünebilir kuru madde içeriği kontrol, VK3 ve VK2 uygulamalarında (sırasıyla %3.10, 3.08 ve 2.98) gözlenirken, en düşük suda çözünebilir kuru madde içeriği VK1 uygulamasında (%2.39) tespit edilmiştir (Çizelge 4.6). Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda marulda suda çözünebilir kuru madde miktarının %2.60-3.43 Rakıcı (2010), %2.90-3.50 (Çakmak, 2011), %2.07-4.47 (Öztürk, 2011), %1.25-2.00 (Kesimci, 2013), %2.04-2.82 (Çakırcı, 2015) ve %2.2-3.8 (Topaklı Solak, 2016) arasında değiştiği bildirilmiştir. Bizim sonuçlarımız bu araştırmacıların bulguları ile paralellik göstermektedir. Peyvast vd. (2008) tarafından ıspanakta yapılan çalışmada, Degwale (2016) tarafından sarımsakta yapılan çalışmada ve Joshi ve Vig (2010) tarafından domateste yapılan çalışmada vermikompost uygulamalarının kontrole göre SÇKM miktarını artırdığı saptanmıştır. Buna karşılık, Karabıyık (2013) havuçta yaptığı çalışmada SÇKM miktarı bakımından vermikompost uygulamasından kontrole göre daha düşük değerler elde etmiştir. Diğer taraftan, karnabaharda (Tavalı vd., 2013), beyaz baş lahanada (Tavalı vd., 2014a) ve karpuzda (Ak Göksu ve Öztokat Kuzucu, 2017) yapılan çalışmalarda kontrol, kimyasal gübre ve vermikompost uygulamaları arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir.

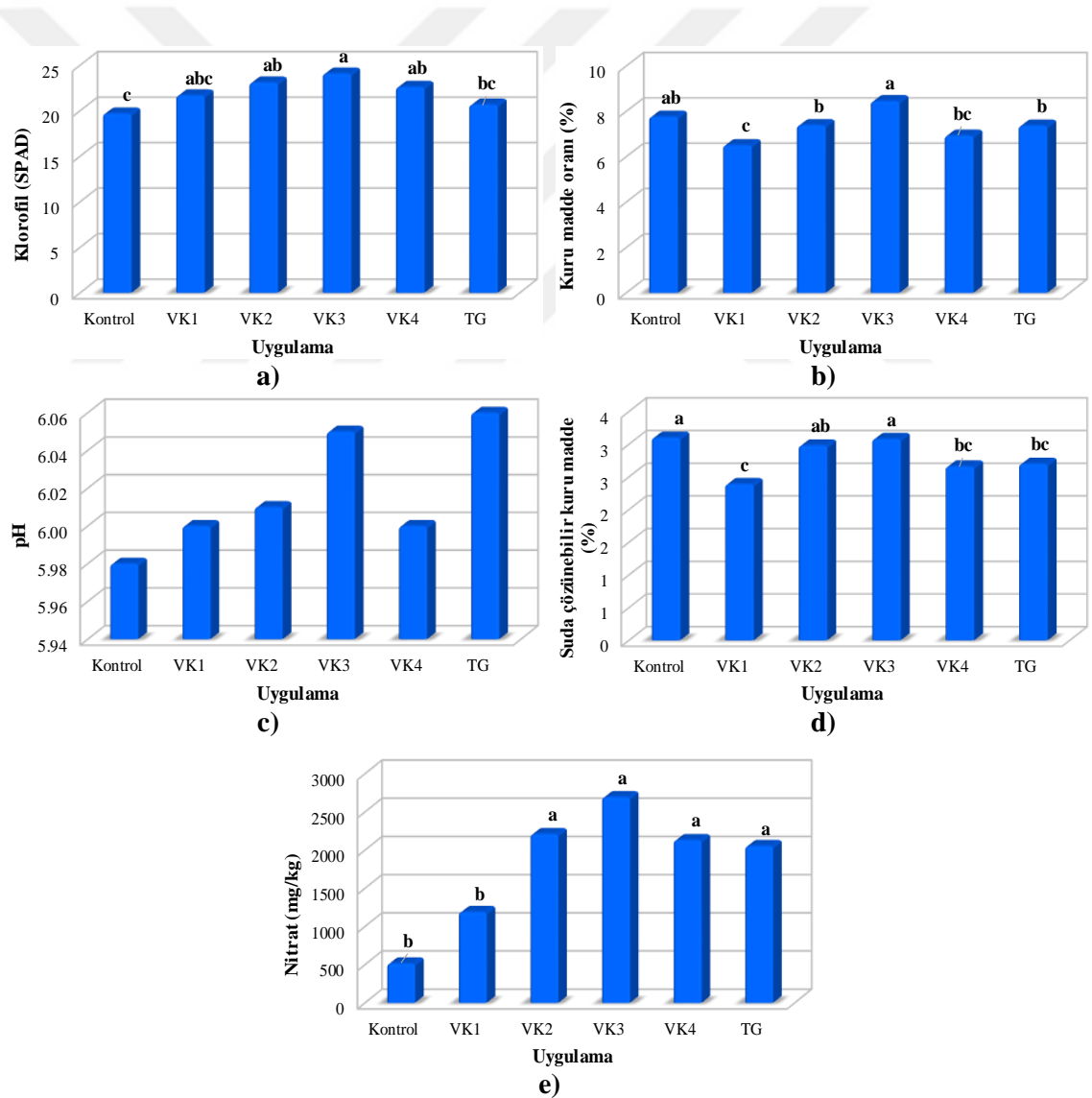
Bitkideki nitrat içeriği değerleri 516.78-2694.33 mg/kg arasında değişiklik göstermiştir. VK3, VK2, VK4 ve TG uygulamaları istatistiksel olarak aynı grupta yer almış ve en yüksek nitrat içeriğine sahip bulunmuşlardır. En düşük nitrat içeriği ise aralarında istatistiksel fark olmayan kontrol ve VK1 uygulamalarında (sırasıyla 516.78 ve 1189.89 mg/kg) belirlenmiştir (Çizelge 4.6). Vermikompost uygulamalarında kontrole göre nitrat içeriğinin yüksek olması vermikompostun N içeriğinin yüksek olmasından kaynaklanabilir. Nitekim, Tsai (2005) organik gübrelerin artan dozlarında bitkideki nitrat içeriğinin yüksek olmasının azot alımının

artması yüzünden olduğunu belirtmiştir. Santamaria (2006), marulun nitrat birikiminin en fazla olduğu sebze türlerinden biri olduğunu ve taze ağırlığında 621-12336 mg/kg nitrat bulunabileceğini bildirmiştir. Premuzic vd. (2002) tarafından marulda yapılan çalışmada kompost, vermikompost ve inorganik gübre uygulamaları arasında nitrat içeriği bakımından önemli bir farklılık saptanmış olup, en düşük nitrat içeriği vermikompost uygulamasında tespit edilmiştir. Pavlou vd. (2007) kıvırcık yapraklı salatada organik ve konvansiyonel gübrelemeyi karşılaştırdıkları çalışmada nitrat birikiminin konvansiyonel gübrelemede daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Kardeş (2012) tarafından yapılan çalışmada marul için ortalama nitrat içeriği 1280-1811 mg/kg arasında bulunmuştur. Ayrıca araştırmacı hasattan sonra bekleme süresi uzadıkça nitrat kapsamının da arttığını bildirmiştir. Leon vd. (2012)'nin 2 farklı ticari marul çeşidini (Brisa ve Dagan) kullandıkları çalışmada nitrat içeriği 384.23-837.63 mg/kg arasında değişmiş olup, Dagan çeşidi için nitrat içeriği vermikompost uygulamasında kontrole göre düşük bulunurken, Brisa çeşidi için ise nitrat içeriği vermikompost uygulamasında kontrole göre daha yüksek bulunmuştur. Vigardt (2012) tarafından ıspanakta yapılan çalışmada vermikompost uygulamasında kontrole göre daha yüksek nitrat içeriği belirlenmiş olup artan vermikompost dozlarında nitrat içeriğinin de arttığı kaydedilmiştir. Çıtak (2014) tarafından brokkoli ve havuçta yapılan çalışmada ahır gübresi, vermikompost, leonardit ve kimyasal gübre uygulamaları arasında en yüksek nitrat içeriği kimyasal gübreden elde edilmiştir. Sebzelerin nitrat içerikleri tür, çeşit, gübreleme, vejetasyon periyodu, toprak özellikleri, mevsim koşulları, yetiştiricilik sezonu, hasat zamanı, bitkilerin hasat edildikleri dönemdeki olgunluk durumları ve bitki kısımlarına göre farklılıklar göstermektedir (Corre ve Breimer, 1979; Artık vd. 2002). Gıda güvenliği açısından özellikle sebzelerin nitrat ve nitrit içeriği üzerinde durulan bir konudur. Nitrat doğrudan toksik etkiye sahip olmamasına rağmen, asıl tehlike nitratın nitrite indirgenmesinden kaynaklanmaktadır. Özellikle yapraklı sebzelerin içerdiği yüksek düzeydeki nitrat, uygun olmayan depolama şartlarında, ürün işleme ve tüketim sırasında kendisinden 10 kat daha toksik olan nitrite dönüşebilmektedir (Brown ve Smith, 1967). Türk Gıda Kodeksi (2008)'ne göre 1 Ekim-31 Mart tarihleri arasında hasat edilen ve örtü altında yetiştirilen marul için kabul edilebilir en yüksek nitrat değeri 4500 mg/kg'dır. Araştırmada ele alınan uygulamalara ait marul örneklerinin nitrat kapsamları 516.78-3349.33 mg/kg arasında değişim göstermiş ve elde edilen bu değerlerin sınır değerini aşmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. Çalışmada ele alınan uygulamaların marulda bazı kimyasal özellikler (klorofil, kuru madde oranı, pH, suda çözünebilir kuru madde ve nitrat içeriği) üzerine etkileri

Uygulama	Klorofil (SPAD)	Kuru madde oranı (%)	pH	Suda çözünebilir kuru madde (%)	Nitrat (mg/kg)
Kontrol	19.69c**	7.77ab**	5.98öd	3.10a**	516.78b**
VK1	21.68abc	6.51c	6.00	2.39c	1189.89b
VK2	23.10ab	7.39b	6.01	2.98ab	2210.44a
VK3	24.08a	8.45a	6.05	3.08a	2694.33a
VK4	22.61ab	6.93bc	6.00	2.66bc	2130.89a
TG	20.67bc	7.37b	6.06	2.70bc	2054.56a

** : P<0.01 düzeyinde çok önemli, öd: önemli değil P>0.05, Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.



Şekil 4.5. Çalışmada ele alınan uygulamaların a) klorofil, b) kuru madde oranı, c) pH, d) suda çözünebilir kuru madde ve e) nitrat içeriği üzerine etkisi.

4.7. Çalışmada Ele Alınan Uygulamaların Marulda Renk Özellikleri (L*, a*, b*, C* ve h°) Üzerine Etkileri

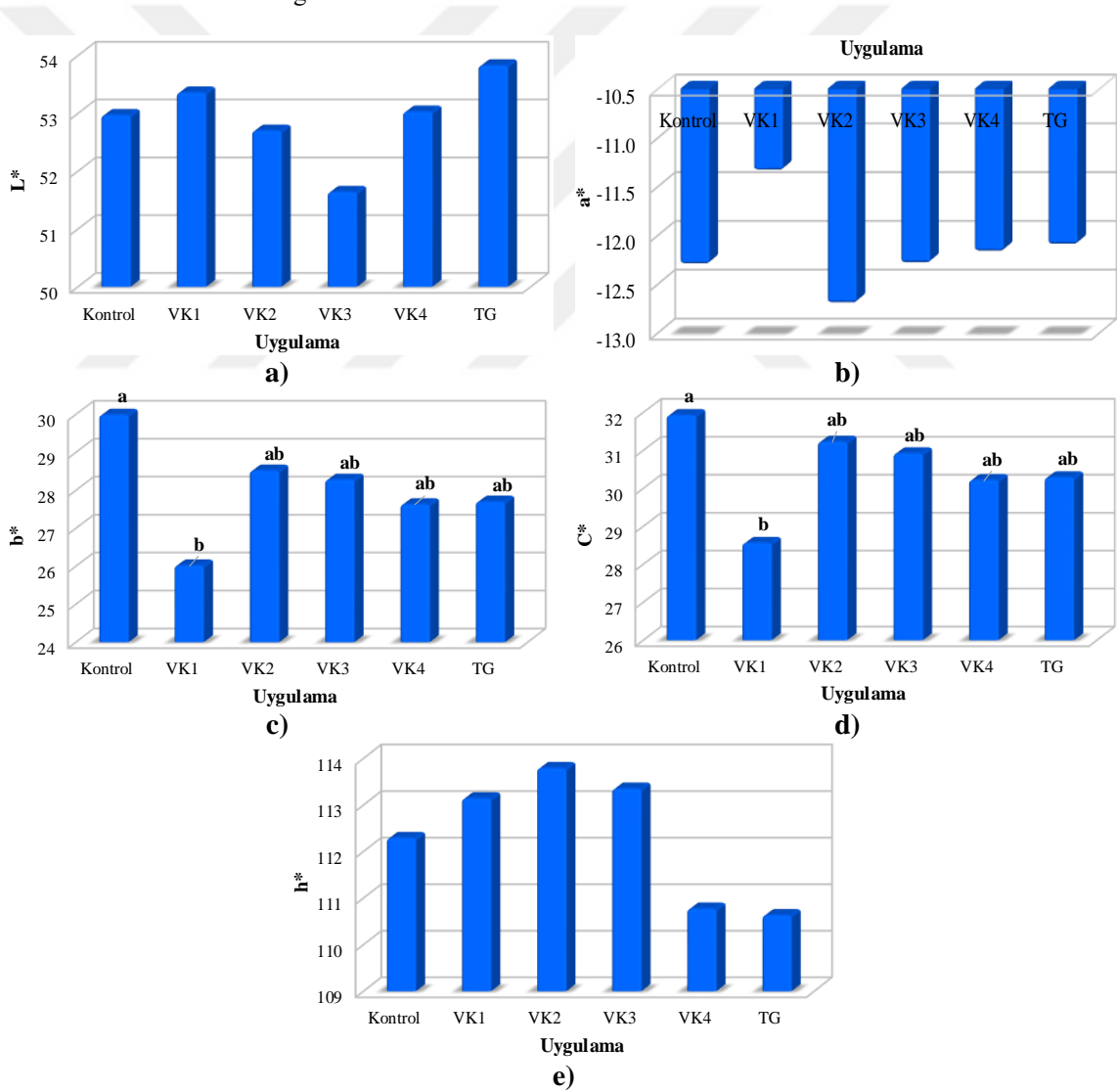
Çalışmada ele alınan uygulamaların marulda renk özellikleri (L*, a*, b*, C* ve h°) üzerine etkileri Çizelge 4.7 ve Şekil 4.6'da görülmektedir. Çalışmada b* ve C* (Kroma) renk özellikleri bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar önemli (P<0.05) bulunmuş, buna karşılık L*, a* ve h° (Hue açısı) renk özelliklerine uygulamaların etkisi ise önemsiz (P>0.05) bulunmuştur. Rengin açıklık ve koyuluğunu ifade eden L* değerini incelediğimizde birbirine çok yakın değerler elde edilmiş olup, 51.64-53.83 arasında değişiklik göstermiştir. Çalışmada ele alınan uygulamalara bağlı olarak marul bitkilerinde a* değeri (-12.70) - (-11.34) arasında bulunmuştur. Renk parametrelerinden a* değeri kırmızıdan (pozitif) yeşile (negatif) renk değişimlerini ifade etmektedir. Buradan VK2 uygulamasındaki bitkilerin daha yeşil renkli oldukları görülmektedir. b* değeri ise sarıdan (pozitif) maviye (negatif) renk değişimlerini belirtmektedir. En yüksek b* değeri kontrolde (29.99) gözlenirken, en düşük b* değeri VK1 uygulamasında (26.02) belirlenmiştir. Rengin doygunluğunu gösteren C* değerini incelediğimizde yine kontrolde (31.93) en yüksek olduğu, en düşük değer ise VK1 uygulamasında (28.56) olduğu tespit edilmiştir. C* değeri büyüdükçe rengin doygunluğu artmaktadır. Rengin niteliğini belirten h° değeri çalışmada ele alınan uygulamalara bağlı olarak 110.63-113.79 arasında değişiklik göstermiştir. Çalışmada h° değerinin sarı (90°) ve yeşil (180°) renk arasında olduğu belirlenmiştir. Marulda renk kalite açısından önemli unsurlar arasında yer almaktadır. Rakıcı (2010) tarafından marulda yapılan çalışmada organik ve konvansiyonel olarak yetiştirilen marul çeşitlerinde renk bakımından uygulamalar arasındaki farklılıkların önemli olmadığı, ayrıca L*, a* ve b* renk değerlerinin sırasıyla 35.69-40.36, (-16.16) - (-14.41) ve 24.14-27.32 olduğu bildirilmiştir. Çağlar (2014) tarafından yapılan çalışmada marulda C* değeri 48.39-51.44 ve h° değeri 146.69-147.56 arasında bulunmuştur. Çakırer (2015) yaptığı çalışmada marulda L* değerinin 60.60-63.08, a* değerinin (-22.01) - (-20.02) ve b* değerinin 26.36-30.79 arasında değiştiğini bildirmiştir. Topaklı Solak (2016) ise marulda h° değerini 178.9-179.1 olarak belirlemiştir. Özen (2018) tarafından marulda mantar kompostu, leonardit ve vermikompostun farklı dozlarının kullanıldığı çalışmada renk üzerine organik materyal uygulama dozlarının etkisi önemsiz bulunmuştur. Genotip, ekoloji,

beslenme durumu, yetiştirme dönemi, rengin okunduğu bölge gibi faktörler marulda yaprak rengini etkilemektedir (Oluklu, 2012).

Çizelge 4.7. Çalışmada ele alınan uygulamaların marulda renk özellikleri (L^* , a^* , b^* , C^* ve h°) üzerine etkileri

Uygulama	L^*	a^*	b^*	C^*	h°
Kontrol	52.97öd	-12.30öd	29.99a*	31.93a*	112.29öd
VK1	53.36	-11.34	26.02b	28.56b	113.14
VK2	52.70	-12.70	28.52ab	31.23ab	113.79
VK3	51.64	-12.29	28.28ab	30.92ab	113.35
VK4	53.03	-12.17	27.63ab	30.22ab	110.77
TG	53.83	-12.10	27.70ab	30.29ab	110.63

*: $P < 0.05$ düzeyinde önemli, öd: önemli değil $P > 0.05$, Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.



Şekil 4.6. Çalışmada ele alınan uygulamaların a) L^* , b) a^* , c) b^* , d) C^* ve e) h° renk özellikleri üzerine etkisi.

4.8. Çalışmada Ele Alınan Uygulamaların Marulda Element İçerikleri Üzerine Etkileri

Çalışmada ele alınan uygulamaların marulda element içerikleri üzerine etkileri Çizelge 4.8, Şekil 4.7, Şekil 4.8 ve Şekil 4.9’da verilmiştir. Uygulamalar arasında alüminyum (Al), kadmiyum (Cd), kobalt (Co), krom (Cr), bakır (Cu), potasyum (K), magnezyum (Mg), azot (N), sodyum (Na), nikel (Ni), fosfor (P), kükürt (S) ve kalay (Sn) içeriği bakımından istatistiksel olarak çok önemli ($P<0.01$) ve arsenik (As), kalsiyum (Ca), demir (Fe), mangan (Mn), kurşun (Pb) ve çinko (Zn) içeriği bakımından önemli ($P<0.05$) fark bulunmuştur. Diğer taraftan, bor (B), baryum (Ba) ve selenyum (Se) içeriği bakımından uygulamalar arasındaki farklılık ise istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. Çalışmada ele alınan farklı uygulamalara ait marul bitkilerinde cıva (Hg) ve talyum (Tl) içeriğinin tayin limitinin altında olduğu belirlenmiştir. Çizelge 4.8’de görüldüğü gibi, potasyum bitkide en bol bulunan element olmuştur. Benzer şekilde, Hernandez vd. (2010), Durak vd. (2017) ve Adiloğlu vd. (2018) tarafından vermikompostun marulda büyüme, verim ve besin elementi içeriği üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalarda da bitkide en fazla bulunan element potasyum olarak belirlenmiştir.

Bir ağır metal olan alüminyum (Al) içeriği incelendiğinde, TG uygulaması (454.22 mg/kg) ilk sırada yer alırken, VK3 uygulaması (268.14 mg/kg) son sırada yer almıştır (Çizelge 4.8). En önemli çevre kirleticiler arasında yer alan ağır metaller, birçok çevre ve insan sağlığı probleminin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Genetik, kişinin bağışıklık direnci, maruz kalınan doz, yaş ve beslenme düzeyi gibi faktörlere bağlı olarak insanlarda en başta kanser olmak üzere çeşitli hastalıklara sebep olmaktadır. Özellikle kadmiyum, nikel, kurşun, arsenik gibi metaller kanserojen etkiye sahiptir (Benavides vd., 2005).

En yüksek arsenik (As) içeriği aralarında istatistiksel olarak fark olmayan VK4, VK3 ve TG uygulamalarında (sırasıyla 0.49, 0.47 ve 0.44 mg/kg) saptanırken, en düşük arsenik içeriği aynı grupta yer alan VK1, VK2 ve kontrol uygulamalarında belirlenmiştir. Vermikompost uygulamalarında (VK1, VK2, VK3 ve VK4) kullanılan vermikompost dozu arttıkça bir ağır metal olan arsenik içeriği de artmıştır (Çizelge 4.8). Alas (2016) yaptığı çalışmada marulda arsenik içeriğinin 0.02-0.44 mg/kg

arasında değiştiğini belirtmektedir. Bizim sonuçlarımız araştırıcının bulguları ile uyumludur.

Farklı uygulamalara bağlı olarak bor (B) ve baryum (Ba) iğeriği sırasıyla 58.45-63.96 ve 25.03-28.12 mg/kg arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.8). Hınıslı (2014) tarafından kıvrıcık marulda yapılan çalışmada vermikompost, inek ve koyun gübreleri karşılaştırılmış olup bitkideki en yüksek bor iğeriği vermikompostta belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca bor iğeriği 9.8-19.6 mg/kg arasında bulunmuş ve vermikompost dozu arttıķa bor miktarının azaldığı belirlenmiştir. Özen (2018) tarafından marulda mantar kompostu, leonardit ve vermikompostun farklı dozlarının kullanıldığı çalışmada artan organik materyal uygulama dozuna bağlı olarak marul bitkisinin bor iğeriğinin azaldığı belirlenmiştir. Marulda bor miktarı Köse (2015) tarafından yapılan çalışmada 49.54-62.97 mg/kg ve Kul (2014) tarafından yapılan çalışmada 15.13-49.15 mg/kg olarak belirlenmiştir. ıtak (2014) tarafından brokkolide yapılan çalışmada ahır gübresi, vermikompost, leonardit ve kimyasal gübre uygulaması arasında bitki bor iğeriği bakımından fark bulunmamıştır. Eryüksel (2016) tarafından yapılan çalışmada soğan sarımsak, maydanoz ve semizotunda bor iğeriği vermikompost uygulamalarında kontrolden daha düşük bulunmuş olup, semizotunda vermikompost oranı arttıķa bor iğeriği de genel olarak azalmıştır. Zahmacioğlu (2017) tarafından brokkolide yapılan çalışmada vermikompost uygulamalarında bor iğeriği amonyum nitrat uygulamasına göre daha düşük bulunmuştur.

Farklı uygulamalara ait marul bitkilerinin kalsiyum (Ca) iğeriği incelendiğinde, en yüksek kalsiyum miktarı 4880.33 mg/kg ile VK4 uygulamasında belirlenmiş, onu aynı grupta yer alan VK3 uygulaması (4514.78 mg/kg) izlemiştir. Buna karşılık, VK1, kontrol, VK2 ve TG uygulamalarına ait bitkilerin en düşük kalsiyum iğeriğine sahip oldukları belirlenmiştir. Vermikompost içeren uygulamalarda (VK1, VK2, VK3 ve VK4) kullanılan vermikompost dozu arttıķa kalsiyum iğeriği artmıştır. VK1 uygulaması hariç diğer vermikompost uygulamalarından kontrole göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. VK4 uygulamasının kontrole göre kalsiyum iğeriğini %14.36 oranında arttırdığı gözlenmiştir (Çizelge 4.8). Hernandez vd. (2010) tarafından marulda yapılan çalışmada vermikompost, kompost ve inorganik gübre bitki besin iğeriği açısından karşılaştırılmış ve bitkideki en yüksek kalsiyum iğeriği vermikompostta belirlenmiştir. Hınıslı (2014) tarafından kıvrıcık marulda yapılan

çalışmada vermikompostun kontrole göre bitkideki kalsiyum içeriğini önemli oranda artırdığı ve bitkideki en yüksek kalsiyum içeriğinin 125 g/saksı vermikompost uygulamasında saptandığı bildirilmiştir. Durak vd. (2017)'nin marulda yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamasında kalsiyum içeriği geleneksel gübrelemeden daha yüksek bulunmuş, en yüksek kalsiyum içeriği 100 kg/da vermikompost uygulamasında gözlenmiştir. Adiloğlu vd. (2018)'nin kıvırcık marulda yürüttükleri çalışmada farklı dozlarda vermikompost uygulamalarının bitkinin kalsiyum içeriği üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Özen (2018) tarafından marulda vermikompostun farklı dozlarının kullanıldığı çalışmada artan organik materyal uygulama dozuna bağlı olarak marul bitkisinin kalsiyum içeriğinin azaldığı belirlenmiştir. Marulda kalsiyum miktarı Kesimci (2013) tarafından yapılan çalışmada 10842-14731 mg/kg, Kul (2014) tarafından yapılan çalışmada 4000.20-13685.97 mg/kg ve Alas (2016) tarafından yapılan çalışmada 2870-3790 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Çıtak (2014) brokkolide yaptığı çalışmada vermikompost uygulamasında bitkideki kalsiyum içeriğini kimyasal gübreden yüksek bulmuştur. İspanakta (Peyvast vd., 2008; Çıtak vd., 2011); karnabaharda (Tavalı vd., 2013); beyaz baş lahanada (Tavalı vd., 2014a); sarımsakta (Eryüksel, 2016) ve biberde (Küçükyumuk vd., 2014) yapılan çalışmalarda vermikompost uygulamalarının kontrole göre bitki kalsiyum içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Buna karşılık, Eryüksel (2016) tarafından yapılan çalışmada semizotunda bitkideki kalsiyum içeriği vermikompost uygulamalarında kontrolden daha düşük bulunmuş olup, vermikompost oranı arttıkça kalsiyum içeriği genel olarak azalmıştır. Vigardt (2012) tarafından biberde yapılan çalışmada ise vermikompost, kompost, inorganik gübre ve kontrol uygulaması arasında kalsiyum içeriği bakımından önemli bir farklılık gözlenmemiştir.

Çalışmada en yüksek kadmiyum (Cd) içeriği kontrol ve TG uygulamalarında (sırasıyla 0.63 ve 0.62 mg/kg) bulunurken, en düşük kadmiyum içeriği VK1 ve VK2 uygulamalarında (sırasıyla 0.47 ve 0.51 mg/kg) tespit edilmiştir. Kadmiyum içeriği bakımından vermikompost uygulamalarından kontrol ve TG uygulamalarına göre daha düşük değerler elde edilmiştir. Bu durum kadmiyumun ağır metal olduğu düşünüldüğünde oldukça önemli bir özelliktir (Çizelge 4.8). Bu çalışmada elde edilen kadmiyum değerleri marul için Sönmez (2003) ve Alas (2016)'ın bildirdikleri

sonuçlardan (sırasıyla 0.049-0.078 mg/kg ve 0.11-0.27 mg/kg) daha yüksek bulunmuştur.

Kobalt (Co) içeriği incelendiğinde, kontrol uygulaması (0.34 mg/kg) yine ilk sırada yer almış, onu sırasıyla TG ve VK3 uygulamaları izlemiştir. En düşük kobalt içeriği ise VK1 uygulamasında (0.23 mg/kg) belirlenmiştir. Vermikompost uygulamalarının kobalt içeriği kontrol ve TG uygulamalarından daha düşük bulunmuştur. Kadmiyum içeriğinde olduğu gibi, bu durum kobaltın ağır metal olduğu düşünüldüğünde oldukça önemli bir özelliktir (Çizelge 4.8).

En yüksek krom (Cr) içeriği TG uygulamasında (3.02 mg/kg) gözlenmiştir. Buna karşılık, TG hariç çalışmada ele alınan diğer uygulamalarda (kontrol, VK1, VK2, VK3 ve VK4) krom içeriği en düşük düzeyde belirlenmiştir. Kadmiyum ve kobalta benzer şekilde, bu durum kromun ağır metal olduğu düşünüldüğünde oldukça önemli bir özelliktir. Vermikompost uygulamalarında kullanılan vermikompost dozu arttıkça krom içeriği artmıştır (Çizelge 4.8). Sönmez (2003) hümik asit, arıtma çamuru ve ahır gübresi uygulamalarının marul bitkisinde krom içeriğini 1.13-1.69 mg/kg arasında değiştirdiğini belirtmektedir.

Bakır (Cu) içeriği bakımından en yüksek değerler aralarında istatistiksel olarak fark bulunmayan vermikompost uygulamalarında (VK1, VK2, VK3 ve VK4) (sırasıyla 21.88, 19.01, 19.05 ve 19.88 mg/kg) belirlenmiştir. En düşük bakır içeriği ise kontrol uygulamasında (14.53 mg/kg) tespit edilmiştir. Dolayısıyla, vermikompost uygulamalarında bakır içeriği kontrol ve TG'ye göre daha yüksek bulunmuştur. VK1 uygulamasının kontrol uygulamasına göre bitkideki bakır içeriğini %50.58 oranında artırdığı belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Hernandez vd. (2010) tarafından marulda vermikompost, kompost ve inorganik gübrenin karşılaştırıldığı çalışmada bakır içeriği 9-14 mg/kg arasında değişmiş olup, bitkideki en yüksek bakır içeriği vermikompostta belirlenmiştir. Hınıslı (2014) tarafından kıvırcık marulda yapılan çalışmada vermikompost, inek ve koyun gübreleri karşılaştırılmış olup, bitkideki bakır içeriği 13.13-27.95 mg/kg arasında değişmiş ve en düşük bakır içeriği vermikompost uygulamasında belirlenmiştir. Durak vd. (2017) tarafından marulda yapılan çalışmada bakır içeriği 12.36-17.13 mg/kg arasında değişmiş ve vermikompost uygulamasının kontrole göre bakır içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Özen (2018) tarafından marulda vermikompostun farklı dozlarının kullanıldığı

çalışmada artan organik materyal uygulama dozuna bağlı olarak marul bitkisinin bakır içeriğinin azaldığı belirlenmiştir. Farklı çalışmalarda marulda bakır miktarının 6.32-29.50 mg/kg arasında değiştiği ifade edilmiştir (Hınıslı, 2014; Kul, 2014; Çakırer, 2015; Alas, 2016). Bizim sonuçlarımız bu araştırmacıların bildirdiği sınırlar içerisinde yer almıştır. İspanakta (Peyvast vd., 2008); semizotunda (Eryüksel, 2016); karnabaharda (Tavalı vd., 2013) ve domateste (Azarmi vd., 2008) yapılan çalışmalarda vermikompost uygulamasında kontrole göre daha yüksek bakır içeriği saptanmıştır. Eryüksel (2016) tarafından yapılan çalışmada maydanozda bakır içeriği vermikompost uygulamalarında kontrolden daha düşük bulunmuş, sarımsakta ise bakır içeriği vermikompost oranı arttıkça azalmıştır. Tavalı vd. (2014a)'nin beyaz baş lahanada yaptıkları çalışmada ise vermikompost uygulamaları, kontrol ve kimyasal gübreleme arasında bakır içeriği bakımından önemli bir farklılık bulunmamıştır.

Demir (Fe) içeriği incelendiğinde, VK4, TG, VK3, VK2 ve kontrol uygulamaları arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığı ve en yüksek demir içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir. Bununla birlikte, en düşük demir içeriği VK1 uygulamasında (703.89 mg/kg) gözlenmiştir. Vermikompost uygulamalarında kullanılan vermikompost dozu arttıkça demir içeriği de artmıştır. Ayrıca, VK1 uygulaması hariç diğer vermikompost uygulamalarından kontrole göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. VK4 uygulamasının yapıldığı bitkilerin kontrol uygulamasındaki bitkilere göre demir içeriği bakımından %8.72 oranında artış sağladığı belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Hernandez vd. (2010) tarafından marulda vermikompost, kompost ve inorganik gübrenin karşılaştırıldığı çalışmada demir içeriği 76-112 mg/kg arasında değişmiş ve en yüksek demir içeriği vermikompostta belirlenmiştir. Sunaryo (2010) tarafından yapılan çalışmada marulda vermikompost uygulaması NPK gübresi uygulamasına göre daha düşük Fe içeriğine neden olmuştur. Durak vd. (2017)'nin marulda yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamasında demir içeriği kontrol ve geleneksel gübrelemeden daha yüksek bulunmuş ve vermikompost dozu arttıkça demir içeriği de artmıştır. Çalışmada demir içeriği 338.30-1139.30 mg/kg arasında değişmiş ve en yüksek demir içeriği 300 kg/da vermikompost uygulamasında gözlenmiştir. Özen (2018) tarafından marulda vermikompostun farklı dozlarının kullanıldığı çalışmada artan organik materyal uygulama dozuna bağlı olarak marul bitkisinin demir içeriğinin arttığı belirlenmiştir.

Marulda demir miktarının Kesimci (2013) tarafından yapılan çalışmada 202.4-256.1 mg/kg, Hınıslı (2014) tarafından yapılan çalışmada 80.11-465.13 mg/kg, Köse (2015) tarafından yapılan çalışmada 195.53-351.25 mg/kg ve Alas (2016) tarafından yapılan çalışmada 309-773 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir. Peyvast vd. (2008) ve Tavalı vd. (2013) sırasıyla ispanakta ve karnabaharda vermikompost uygulamalarının kontrole göre demir içeriğini artırdığını bildirmişlerdir. Domateste (Azarmi vd., 2008) ve biberde (Küçükyumuk vd., 2014) vermikompost dozu arttıkça demir içeriğinin de arttığı belirlenmiştir. Buna karşılık, Eryüksel (2016) tarafından yapılan çalışmada sarımsak, maydanoz ve semizotunda demir içeriği vermikompost uygulamalarında kontrolden daha düşük bulunmuş olup, sarımsakta vermikompost oranı arttıkça demir içeriği azalmıştır. Tavalı vd. (2014a)'nin beyaz baş lahanada yaptıkları çalışmada ise vermikompost uygulamaları, kontrol ve kimyasal gübreleme arasında demir içeriği bakımından önemli bir farklılık bulunmamıştır.

Bu çalışmada bitkideki potasyum (K) içeriği 18163.67-22574.78 mg/kg arasında değişiklik göstermiştir. Çalışmada en düşük potasyum içeriği kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Diğer taraftan, kontrol hariç çalışmada ele alınan diğer uygulamalar (VK1, VK2, VK3, VK4 ve TG) istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlar ve yüksek potasyum içeriğine sahip bulunmuşlardır. Ayrıca, vermikompost uygulamalarının kontrol ve ticari gübre uygulamasıyla karşılaştırıldığında potasyum içeriğini genel olarak artırdığı belirlenmiştir. VK2 uygulamasının kontrole göre bitkideki potasyum içeriğini %24.29 oranında artırdığı saptanmıştır (Çizelge 4.8). Vermikompost uygulamalarında potasyum miktarında artışların meydana gelmesinde denemede kullanılan vermikompostun potasyum miktarının (%6.51) etkin olduğu düşünülmektedir. Nitekim, bazı araştırmacılar tarafından vermikompostun toprağı azot ve fosforun yanı sıra potasyumca da zenginleştiren bir gübre olduğu bildirilmektedir (Preetha vd., 2005; Chamani vd., 2008; Sinha vd., 2010). Hernandez vd. (2010)'nin marulda vermikompost, kompost ve inorganik gübreyi kullandıkları çalışmada bitkideki en yüksek potasyum içeriği inorganik gübrede belirlenmiştir. Hınıslı (2014) tarafından kıvırcık marulda yapılan çalışmada vermikompost, inek ve koyun gübrelere karşılaştırılmış olup bitkideki en yüksek potasyum içeriği 25 g/saksı vermikompost uygulamasında belirlenmiştir. Durak vd. (2017)'nin marulda yaptıkları çalışmada vermikompost, kontrol ve geleneksel gübreleme karşılaştırılmış olup, en yüksek potasyum içeriği 100 kg/da vermikompost uygulamasında gözlenmiş

ve vermikompost dozu arttıkça potasyum içeriği azalmıştır. Adiloğlu vd. (2018) tarafından marulda yapılan çalışmada kontrol ve vermikompost uygulamaları arasında potasyum içeriği bakımından önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Özen (2018) tarafından marulda vermikompostun farklı dozlarının kullanıldığı çalışmada artan organik materyal uygulama dozuna bağlı olarak marul bitkisinin potasyum içeriğinin azaldığı belirlenmiştir. Marulda potasyum miktarı Kesimci (2013) tarafından yapılan çalışmada 2019-13411 mg/kg ve Kul (2014) tarafından yapılan çalışmada ise 2257.00-6445.37 mg/kg olarak belirlenmiştir. Karnabaharda (Tavali vd., 2013); ıspanakta (Peyvast vd., 2008); maydanozda ve semizotunda (Eryüksel, 2016); biberde (Küçükyumuk vd., 2014; Erten, 2016); beyaz baş lahanada (Tavali vd., 2014a) ve domateste (Azarmi vd., 2008; Erten, 2016) yapılan çalışmalarda vermikompost uygulamalarının kontrole göre bitkideki potasyum içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca, Eryüksel (2016) maydanoz ve semizotunda vermikompost oranı arttıkça potasyum içeriğinin de genel olarak arttığını belirlemiştir. Bununla birlikte, Çıtak vd. (2011) ıspanakta yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamalarında potasyum içeriğinin kontrolden daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmada ele alınan uygulamalar arasında en yüksek magnezyum (Mg) içeriği VK4 uygulamasında (11649.49 mg/kg) elde edilirken, en düşük magnezyum içeriği kontrol uygulamasında (7846.83 mg/kg) belirlenmiştir. Magnezyum içeriği bakımından vermikompost uygulamalarından kontrole göre daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. VK4 uygulamasının kontrole göre bitkideki magnezyum içeriğini %48.46 oranında artırdığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.8). Hernandez vd. (2010) tarafından marulda yapılan çalışmada vermikompost, kompost ve inorganik gübre uygulamaları arasında bitkideki en yüksek magnezyum içeriği vermikompostta belirlenmiştir. Hınıslı (2014) kıvrıcık marulda bitkideki magnezyum içeriğinin vermikompost uygulamalarında kontrolden daha düşük olduğunu bildirmiştir. Durak vd. (2017)'nin marulda yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamasında magnezyum içeriği kontrolden daha yüksek bulunmuş ve vermikompost dozu arttıkça magnezyum içeriği de artmıştır. Çalışmada en yüksek magnezyum içeriği 300 kg/da vermikompost uygulamasında gözlenmiştir. Adiloğlu vd. (2018) tarafından marulda yapılan çalışmada kontrol ve vermikompost uygulamaları arasında magnezyum içeriği bakımından önemli bir farklılık tespit edilmemiştir.

Özen (2018) tarafından marulda vermikompostun farklı dozlarının kullanıldığı çalışmada artan organik materyal uygulama dozuna bağlı olarak marul bitkisinin magnezyum içeriğinin azaldığı belirlenmiştir. Marulda daha önce yapılan çalışmalarda magnezyum içeriği 4473-11209 mg/kg (Kul, 2014), 1056-1293 mg/kg (Kesimci, 2013) ve 1640-2105 mg/kg (Alas, 2016) olarak bulunmuştur. Karnabaharda (Tavalı vd., 2013); soğanda ve sarımsakta (Eryüksel, 2016); beyaz baş lahanada (Tavalı vd., 2014a) ve ıspanakta (Peyvast vd., 2008) yapılan çalışmalarda vermikompost uygulamalarının kontrole göre bitkideki magnezyum içeriğini artırdığı saptanmıştır. Buna karşılık, Çıtak vd. (2011) ıspanakta ve Eryüksel (2016) semizotunda magnezyum içeriğinin vermikompost uygulamalarında kontrolden daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmada en yüksek mangan (Mn) içeriği 70.66 mg/kg ile VK3 uygulamasında belirlenmiş, onu sırasıyla istatistiksel olarak aynı grupta yer alan TG, VK4 ve kontrol uygulamaları takip etmiştir. VK1 ve VK2 uygulamalarında ise mangan içeriği bakımından en düşük değerler (sırasıyla 60.30 ve 61.83 mg/kg) gözlenmiştir. VK3 uygulamasının kontrol uygulamasına göre bitkideki mangan içeriğini %8.77 oranında artırdığı belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Hernandez vd. (2010) tarafından marulda vermikompost, kompost ve inorganik gübrenin karşılaştırıldığı çalışmada mangan içeriği 44-65 mg/kg arasında değişmiş ve en yüksek mangan içeriği vermikompostta belirlenmiştir. Hınıslı (2014) tarafından kıvırcık marulda yapılan çalışmada vermikompost, inek ve koyun gübreleri karşılaştırılmış olup, bitkideki mangan içeriği 9.92-25.53 mg/kg arasında değişmiş ve en düşük mangan içeriği 125 g/saksı vermikompost uygulamasında belirlenmiştir. Durak vd. (2017)'nin marulda yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamasında mangan içeriği kontrol ve geleneksel gübrelemeden daha yüksek bulunmuş ve vermikompost dozu arttıkça mangan içeriği de artmıştır. Çalışmada mangan içeriği 47.40-107.60 mg/kg arasında değişmiş ve en yüksek mangan içeriği 300 kg/da vermikompost uygulamasında gözlenmiştir. Özen (2018) tarafından marulda vermikompostun farklı dozlarının kullanıldığı çalışmada artan organik materyal uygulama dozuna bağlı olarak marul bitkisinin mangan içeriğinin azaldığı belirlenmiştir. Marulda mangan miktarı Akbay (2012) tarafından yapılan çalışmada 48-66 mg/kg, Kesimci (2013) tarafından yapılan çalışmada 34.5-47.7 mg/kg, Hınıslı (2014) tarafından yapılan çalışmada 9.7-25.5 mg/kg, Kul (2014) tarafından yapılan çalışmada 18.8-46.7 mg/kg

ve Köse (2015) tarafından yapılan çalışmada 33.6-102.2 mg/kg olarak bulunmuştur. Azarmi vd. (2008)'nin domateste, Peyvast vd. (2008)'nin ıspanakta, Tavalı vd. (2013)'nin karnabarda ve Tavalı vd. (2014a)'nin beyaz baş lahanada yaptıkları çalışmalarda vermikompost uygulamasının kontrole göre bitkideki mangan içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Küçükyumuk vd. (2014) biberde vermikompost dozu arttıkça mangan içeriğinin de arttığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte, Eryüksel (2016) tarafından yapılan çalışmada soğan, sarımsak ve semizotunda mangan içeriği vermikompost uygulamalarında kontrolden daha düşük bulunmuş olup, sarımsak ve semizotunda vermikompost oranı arttıkça mangan içeriği azalmıştır.

Çalışmada bitkideki azot (N) miktarı, ele alınan uygulamalara göre farklılık göstermiştir. En yüksek azot içeriği VK3 ve VK1 uygulamalarında (sırasıyla %6.88 ve 6.86) gözlenmiş olup, en düşük azot içeriği ise kontrol uygulamasında (%4.49) tespit edilmiştir. Vermikompost uygulamalarının kontrole göre marulda bitki azot içeriğini artırdığı belirlenmiştir. VK3 uygulamasının yapıldığı bitkilerin kontrol uygulamasındaki bitkilere göre bitki azot içeriği bakımından %53.23 oranında artış gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.8). Denemede kullanılan vermikompostun azot içeriğinin (%1.20) marulun azot konsantrasyonunu artırdığı düşünülmektedir. Hernandez vd. (2010) tarafından marulda yapılan çalışmada azot içeriği %1.44-2.75 arasında değişmiş olup, vermikompost, kompost ve inorganik gübre uygulamaları arasında en yüksek azot içeriği inorganik gübrede belirlenmiştir. Adiloğlu vd. (2018)'nin kıvırcık marulda yürüttükleri çalışmada farklı dozlarda vermikompost uygulamalarının bitkinin azot içeriği üzerindeki etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamış ve bitkideki azot içeriği %5.09-5.43 arasında değişmiştir. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda marulda azot içeriği %1.29-6.16 arasında değişiklik göstermiştir (Sönmez, 2003; Akbay, 2012; Kardeş, 2012; Kesimci, 2013; Hınıslı, 2014; Kul, 2014; Çakırer, 2015; Köse, 2015). Çalışmada elde edilen azot değerleri literatürde belirtilen bulgular ile uyumludur. Farklı araştırmacılar tarafından karnabarda (Tavalı vd., 2013); brokkolide (Çıtak, 2014); sarımsak, maydanoz ve semizotunda (Eryüksel, 2016); beyaz baş lahanada (Tavalı vd., 2014a); biberde (Küçükyumuk vd., 2014) ve ıspanakta (Peyvast vd., 2008) vermikompost uygulamalarının kontrole göre bitkideki azot içeriğini artırdığı belirtilmiştir. Ayrıca, Küçükyumuk vd. (2014) ve Eryüksel (2016) sırasıyla semizotu ve biberde uygulanan vermikompost miktarı arttıkça azot içeriğinin de arttığını belirlemişlerdir. Diğer

tarafından, Çıtak vd. (2011) ıspanakta yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamalarında azot içeriğinin kontrolden daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Zahmacioğlu (2017) tarafından brokkolide yapılan çalışmada vermikompost uygulamalarında azot içeriği amonyum nitrat uygulamasına göre daha düşük bulunmuştur.

Sodyum (Na) içeriği bakımından en yüksek değer VK4 uygulamasında (2910.00 mg/kg) elde edilmiş olup, onu sırasıyla istatistiksel olarak aralarında fark bulunmayan VK3 ve VK2 uygulamaları izlemiştir. En düşük sodyum içeriği kontrol uygulamasında (1110.00 mg/kg) bulunmuştur. Potasyum içeriğinde olduğu gibi sodyum içeriği de vermikompost uygulamalarında kontrol ve TG'ye göre daha yüksek bulunmuştur. VK4 uygulamasının kontrole göre bitkideki sodyum içeriğini %162.16 oranında artırdığı saptanmıştır. Vermikompost içeren uygulamalarda (VK1, VK2, VK3 ve VK4) kullanılan vermikompost dozu arttıkça sodyum içeriği artmıştır (Çizelge 4.8). Hernandez vd. (2010) tarafından marulda vermikompost, kompost ve inorganik gübrenin bitkideki besin içeriği üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yapılan çalışmada bitkideki en düşük sodyum içeriği vermikompostta belirlenmiştir. Özen (2018) tarafından marulda vermikompostun farklı dozlarının kullanıldığı çalışmada artan organik materyal uygulama dozuna bağlı olarak marul bitkisinin sodyum içeriğinin arttığı belirlenmiştir. Marulda sodyum içeriği Kul (2014) tarafından yapılan çalışmada 177.05-268.47 mg/kg ve Alas (2016) tarafından yapılan çalışmada 1014-1679 mg/kg olarak belirlenmiştir.

En yüksek nikel (Ni) içeriği 4.95 mg/kg ile kontrol ve TG uygulamalarında belirlenmiştir. Buna karşılık, vermikompost uygulamalarında nikel içeriği en düşük bulunmuştur. Dolayısıyla, kadmiyum ve kobalt içeriğine benzer şekilde vermikompost uygulamalarında (VK1, VK2, VK3 ve VK4) nikel içeriği kontrol ve TG uygulamalarına göre daha düşük bulunmuştur. Bu durum nikelin ağır metal olduğu düşünüldüğünde oldukça önemli bir özelliktir (Çizelge 4.8). Sönmez (2003) marul bitkisinde nikel içeriğinin 1.10-1.63 mg/kg arasında değiştiğini belirtmektedir.

Çalışmada ele alınan farklı uygulamalar arasında en yüksek fosfor (P) içeriği 3681.22 mg/kg ile TG uygulamasında belirlenmiş olup, en düşük fosfor içeriği ise 2253.33 mg/kg ile kontrol uygulamasında saptanmıştır. Vermikompost uygulamalarının bitki fosfor içeriğini artırdığı belirlenmiştir. VK1 uygulamasının

yapıldığı bitkilerin kontrol uygulamasındaki bitkilere göre bitki fosfor içeriği bakımından %44.07 oranında artış sağladığı belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Yapılan çalışmalar sonucunda vermikompost uygulaması ile toprakta P mineralizasyonunun arttığı belirlenmiştir (Hashemimajd vd., 2004; Arancon vd., 2006; Uma ve Malathi, 2009). Ayrıca, organik maddenin toprakta fosforun yararlı hale dönüşmesini engellediği ve böylece bitkilerin fosforu daha kolay alabildiği bilinmektedir (Kacar ve Kovancı, 1982). Buna paralel olarak, çalışmamızda vermikompost uygulamalarında kontrole göre fosfor konsantrasyonlarındaki artışların meydana gelmesi denemede kullanılan vermikompostun (%1.09) fosforca zengin bir gübre olmasından kaynaklanmaktadır. Hernandez vd. (2010) tarafından marulda yapılan çalışmada vermikompost, kompost ve inorganik gübre uygulamaları arasında bitkideki en yüksek fosfor içeriği inorganik gübrede belirlenmiştir. Hınıslı (2014) tarafından kıvırcık marulda yapılan çalışmada vermikompost, inek ve koyun gübrelere karşılaştırılmış olup bitkideki en yüksek fosfor içeriği 75 g/saksı vermikompost uygulamasında tespit edilmiştir. Durak vd. (2017)'nin marulda yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamasında fosfor içeriği kontrolden daha yüksek bulunmuştur. Adiloğlu vd. (2018) tarafından marulda yapılan çalışmada kontrol ve vermikompost uygulamaları arasında fosfor içeriği bakımından önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Fakat artan vermikompost dozlarında fosfor içeriğinin azaldığı bildirilmiştir. Marul bitkisinde fosfor içeriğinin Kesimci (2013) tarafından 1851-2174 mg/kg ve Kul (2014) tarafından ise 1658.83-3937.17 mg/kg arasında değiştiği bildirilmiştir. Daha önceki çalışmalarda karnabaharda (Tavalı vd., 2013); sarımsak, maydanoz ve semizotunda (Eryüksel, 2016); beyaz baş lahanada (Tavalı vd., 2014a); biberde (Küçükyumuk vd., 2014); ıspanakta (Peyvast vd., 2008) ve domateste (Azarmi vd., 2008) vermikompost uygulamalarının kontrole göre bitkideki fosfor içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca, Azarmi vd. (2008), Küçükyumuk vd. (2014) ve Eryüksel (2016) sırasıyla domates, biber ve maydanozda uygulanan vermikompost miktarı arttıkça fosfor içeriğinin de arttığını belirlemişlerdir. Zahmacıoğlu (2017) tarafından brokkolide yapılan çalışmada ise vermikompost uygulamalarında fosfor içeriği amonyum nitrat uygulamasına göre daha düşük bulunmuştur.

Bir ağır metal olan kurşun (Pb) içeriği yönünden en düşük değer VK1 uygulamasında (1.82 mg/kg) elde edilirken, en yüksek değerler istatistiksel olarak

aralarında fark bulunmayan VK4, TG, VK2, kontrol ve VK3 uygulamalarında bulunmuştur (Çizelge 4.8). Alas (2016) yaptığı çalışmada marulda kurşun içeriğinin 0.00-0.61 mg/kg arasında değiştiğini belirtmektedir. Bu değerler bizim bulgularımızdan daha düşük bulunmuştur.

En yüksek kükürt (S) içeriği TG uygulamasında (%7.04), en düşük kükürt içeriği ise VK2 ve VK1 uygulamalarında (sırasıyla %3.32 ve %3.33) tespit edilmiştir. Vermikompost uygulamalarından kükürt içeriği bakımından kontrol ve TG uygulamalarına göre daha düşük değerler elde edilmiştir (Çizelge 4.8). Akbay (2012) yaptığı çalışmada marulda kükürt içeriğini %0.23-0.35 olarak belirtmiştir. Özen (2018) tarafından marulda mantar kompostu, leonardit ve vermikompostun farklı dozlarının kullanıldığı çalışmada artan organik materyal uygulama dozuna bağlı olarak marul bitkisinin kükürt içeriğinin arttığı belirlenmiştir. Çıtak (2014) havuçta yaptığı çalışmada vermikompost uygulamasında bitkideki kükürt içeriğini kontrolden yüksek belirlemiştir.

Selenyum (Se) içeriği bakımından farklı uygulamalara ait marul bitkilerinde birbirine oldukça yakın değerler elde edilmiş ve değerler 0.20-0.27 mg/kg arasında değişmiştir. Vermikompost uygulamalarında selenyum içeriği kontrol ve TG uygulamalarına göre biraz daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.8). Alas (2016) yaptığı çalışmada marulda selenyum içeriğini 0.00-1.77 mg/kg olarak belirlemiştir. Bu değerler bizim bulgularımızla paralellik göstermektedir.

Çalışmada TG uygulamasında diğer uygulamalara göre çok önemli derecede daha yüksek kalay (Sn) içeriği belirlenmiştir. Diğer taraftan, kontrol, VK1, VK2, VK3 ve VK4 uygulamaları istatistiksel olarak aynı grupta yer almış ve kalay içeriği bakımından en düşük değerler elde edilmiştir. Bu durum kalayın ağır metal olduğu düşünüldüğünde oldukça önemli bir özelliktir (Çizelge 4.8).

Çinko (Zn) içeriği 49.11-79.79 mg/kg arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek çinko içeriği istatistiksel olarak aralarında fark bulunmayan VK4, VK3, kontrol, VK1 ve VK2 uygulamalarında bulunmuştur. TG uygulamasında çinko içeriği (49.11 mg/kg) çalışmada ele alınan diğer uygulamalardan önemli derecede düşük bulunmuştur. VK4 uygulamasının kontrole göre çinko içeriğini %16.19 oranında artırdığı gözlenmiştir (Çizelge 4.8). Ali vd. (2007) tarafından vermikompost ve kompostun marulun büyüme özellikleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmada

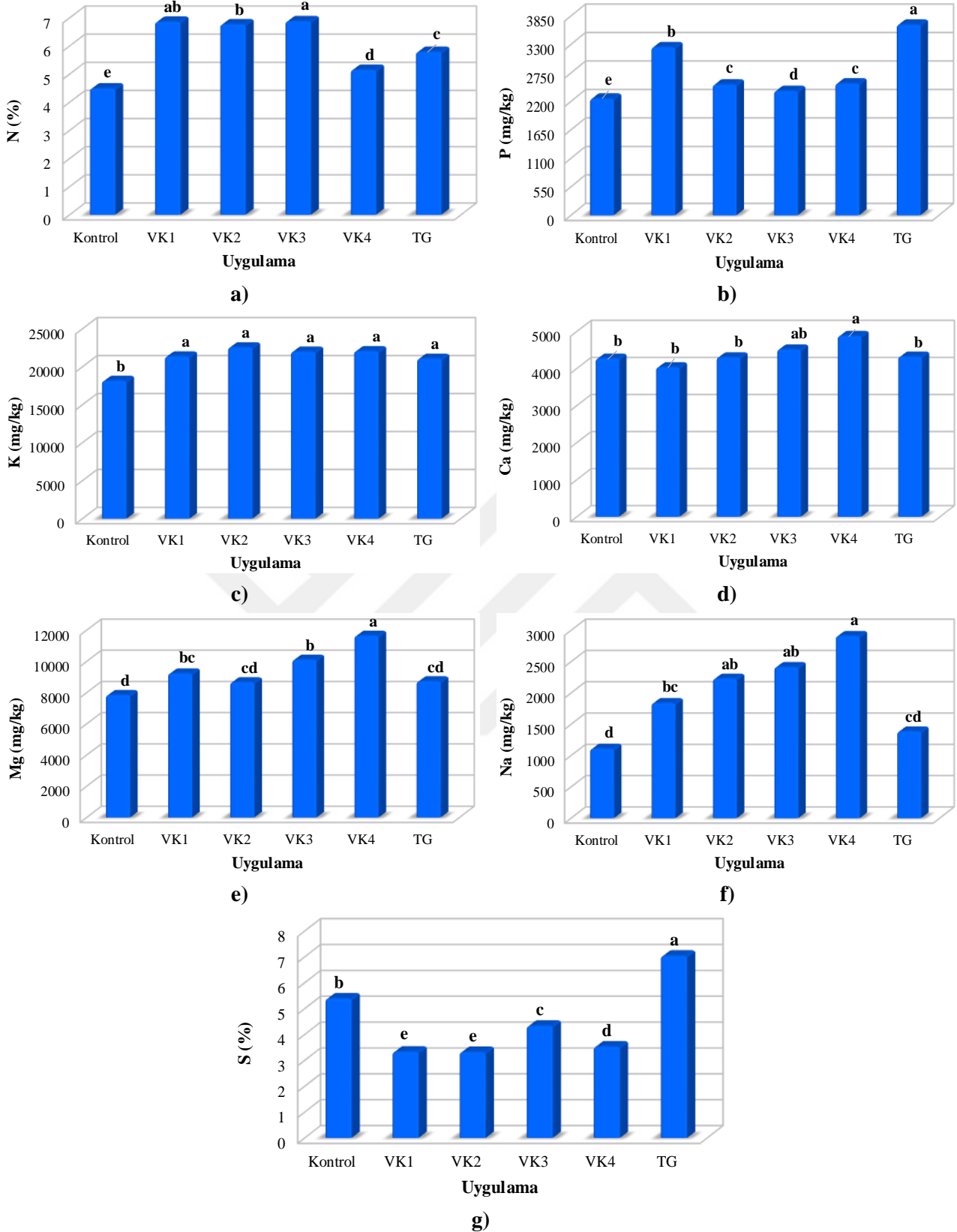
bitki çinko içeriği vermikompostun tek başına kullanıldığı ortamda en yüksek bulunmuştur. Hernandez vd. (2010) tarafından marulda vermikompost, kompost ve inorganik gübrenin karşılaştırıldığı çalışmada çinko içeriği 35-45 mg/kg arasında değişmiş ve en yüksek çinko içeriği inorganik gübrede belirlenmiştir. Hınıslı (2014) tarafından kıvırcık marulda yapılan çalışmada vermikompost, inek ve koyun gübrelere karşılaştırılmış olup, bitkideki çinko içeriği 17.14-62.90 mg/kg arasında değişmiş ve en düşük çinko içeriği 25 g/saksı vermikompost uygulamasında belirlenmiştir. Durak vd. (2017)'nin marulda yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamasında çinko içeriği kontrolden daha yüksek bulunmuş ve vermikompost dozu arttıkça çinko içeriği de artmıştır. Çalışmada çinko içeriği 23.10-54.90 mg/kg arasında değişmiş ve en yüksek çinko içeriği 300 kg/da vermikompost uygulamasında gözlenmiştir. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda marulda çinko içeriği 9.93-117.56 mg/kg arasında değişiklik göstermiştir (Sönmez, 2003; Akbay, 2012; Kesimci, 2013; Hınıslı, 2014; Kul, 2014; Çakırcı, 2015; Köse, 2015; Alas, 2016). Çalışmada elde edilen çinko değerleri literatürde belirtilen sınırlar içerisinde yer almıştır. Karnabaharda (Tavalı vd., 2013); ıspanakta (Peyvast vd., 2008); domateste (Azarmi vd., 2008); sarımsak ve semizotunda (Eryüksel, 2016) yapılan çalışmalarda çinko içeriği vermikompost uygulamalarında kontrolden daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca, Azarmi vd. (2008) ve Eryüksel (2016) sırasıyla domates ve semizotunda vermikompost dozu arttıkça çinko içeriğinin de arttığını bildirmişlerdir. Diğer taraftan, Küçükyumuk vd. (2014)'nin biberde yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamalarında kontrole göre bitkideki çinko içeriği daha düşük bulunmuş olup, vermikompost dozu arttıkça çinko içeriğinin azaldığı belirlenmiştir. Tavalı vd. (2014a) beyaz baş lahanada vermikompost uygulamaları, kontrol ve kimyasal gübreleme arasında çinko içeriği bakımından önemli bir farklılık bulunmadığını bildirmişlerdir.

Vermikompostun olumsuz toprak özelliklerini iyileştirici etkisi ile bitkilerin iyi beslenmesini destekleyen bir gübre olduğu literatürde mevcuttur (Çıtak vd., 2011; Tavalı vd., 2013; Özkan vd., 2016). Bizim çalışmamız ile literatür arasında oluşan element içeriklerindeki farklılıkların çeşit, yetiştirme koşulları, genetik faktörler, iklim ve toprak özelliklerindeki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

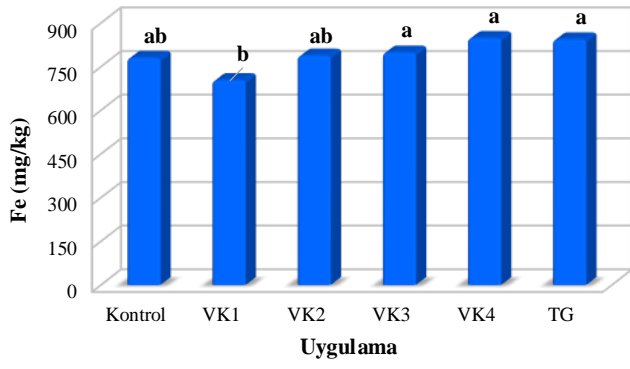
Çizelge 4.8. Çalışmada ele alınan uygulamaların marulda element içerikleri üzerine etkileri

Uygulama	Al (mg/kg)	As (mg/kg)	B (mg/kg)	Ba (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Co (mg/kg)	Cr (mg/kg)
Kontrol	355.08bc**	0.41b*	59.35öd	27.95öd	4267.56b*	0.63a**	0.34a**	1.90b**
VK1	311.89cd	0.39b	59.88	25.21	4033.78b	0.47b	0.23d	1.87b
VK2	365.69bc	0.40b	60.29	28.12	4303.89b	0.51b	0.26cd	1.91b
VK3	268.14d	0.47ab	58.45	27.84	4514.78ab	0.56ab	0.30abc	2.12b
VK4	381.46b	0.49a	59.36	27.32	4880.33a	0.55ab	0.29bc	2.25b
TG	454.22a	0.44ab	63.96	25.03	4322.33b	0.62a	0.31ab	3.02a
Uygulama	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Hg (mg/kg)	K (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Mn (mg/kg)	N (%)	Na (mg/kg)
Kontrol	14.53c**	780.41ab*	TLA	18163.67b**	7846.83d**	64.96ab*	4.49e**	1110.00d**
VK1	21.88a	703.89b	TLA	21379.11a	9233.55bc	60.30b	6.86ab	1839.56bc
VK2	19.01ab	788.06ab	TLA	22574.78a	8670.50cd	61.83b	6.77b	2229.44ab
VK3	19.05ab	798.69a	TLA	22023.56a	10116.68b	70.66a	6.88a	2414.33ab
VK4	19.88ab	848.45a	TLA	22073.67a	11649.49a	66.91ab	5.15d	2910.00a
TG	17.68b	844.06a	TLA	21078.11a	8730.34cd	68.05ab	5.79c	1386.33cd
Uygulama	Ni (mg/kg)	P (mg/kg)	Pb (mg/kg)	S (%)	Se (mg/kg)	Sn (mg/kg)	Tl (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Kontrol	4.95a**	2253.33e**	2.39a*	5.39b**	0.26öd	0.94b**	TLA	68.67ab*
VK1	2.94b	3246.33b	1.82b	3.33e	0.22	1.27b	TLA	68.46ab
VK2	3.07b	2525.11c	2.19ab	3.32e	0.20	0.65b	TLA	59.68ab
VK3	2.81b	2400.78d	2.43a	4.33c	0.21	0.86b	TLA	76.04a
VK4	3.25b	2545.78c	2.09ab	3.53d	0.25	2.05b	TLA	79.79a
TG	4.95a	3681.22a	2.09ab	7.04a	0.27	5.57a	TLA	49.11b

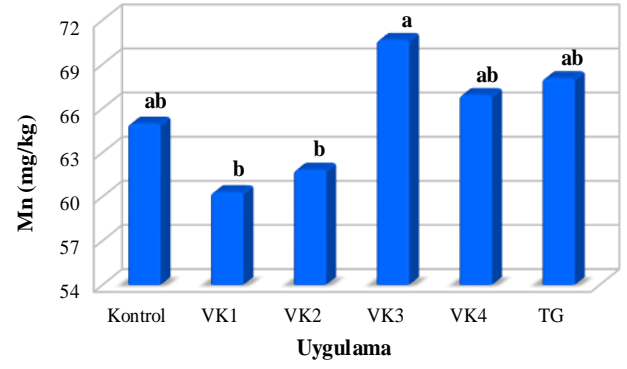
*: P<0.05 düzeyinde önemli, **: P<0.01 düzeyinde çok önemli, öd: önemli değil P>0.05, Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir, TLA: tayin limitinin altında



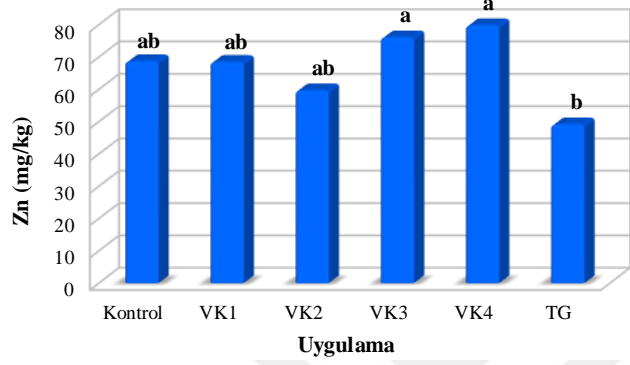
Şekil 4.7. Çalışmada ele alınan uygulamaların a) azot, b) fosfor, c) potasyum, d) kalsiyum, e) magnezyum, f) sodyum ve g) kükürt içeriği üzerine etkisi.



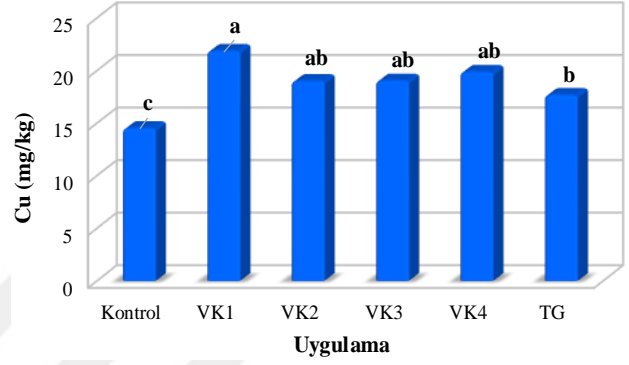
a)



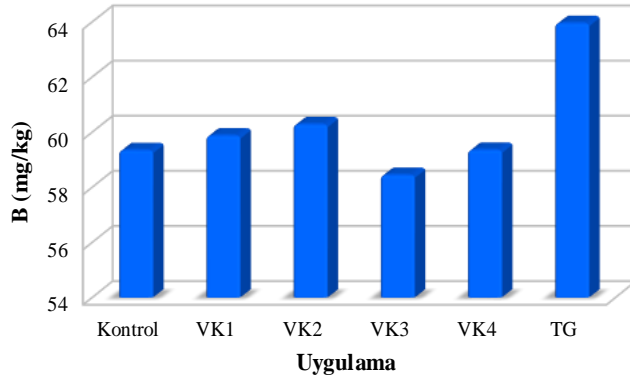
b)



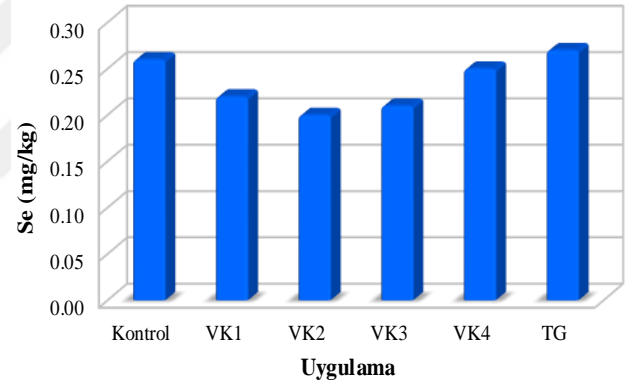
c)



d)

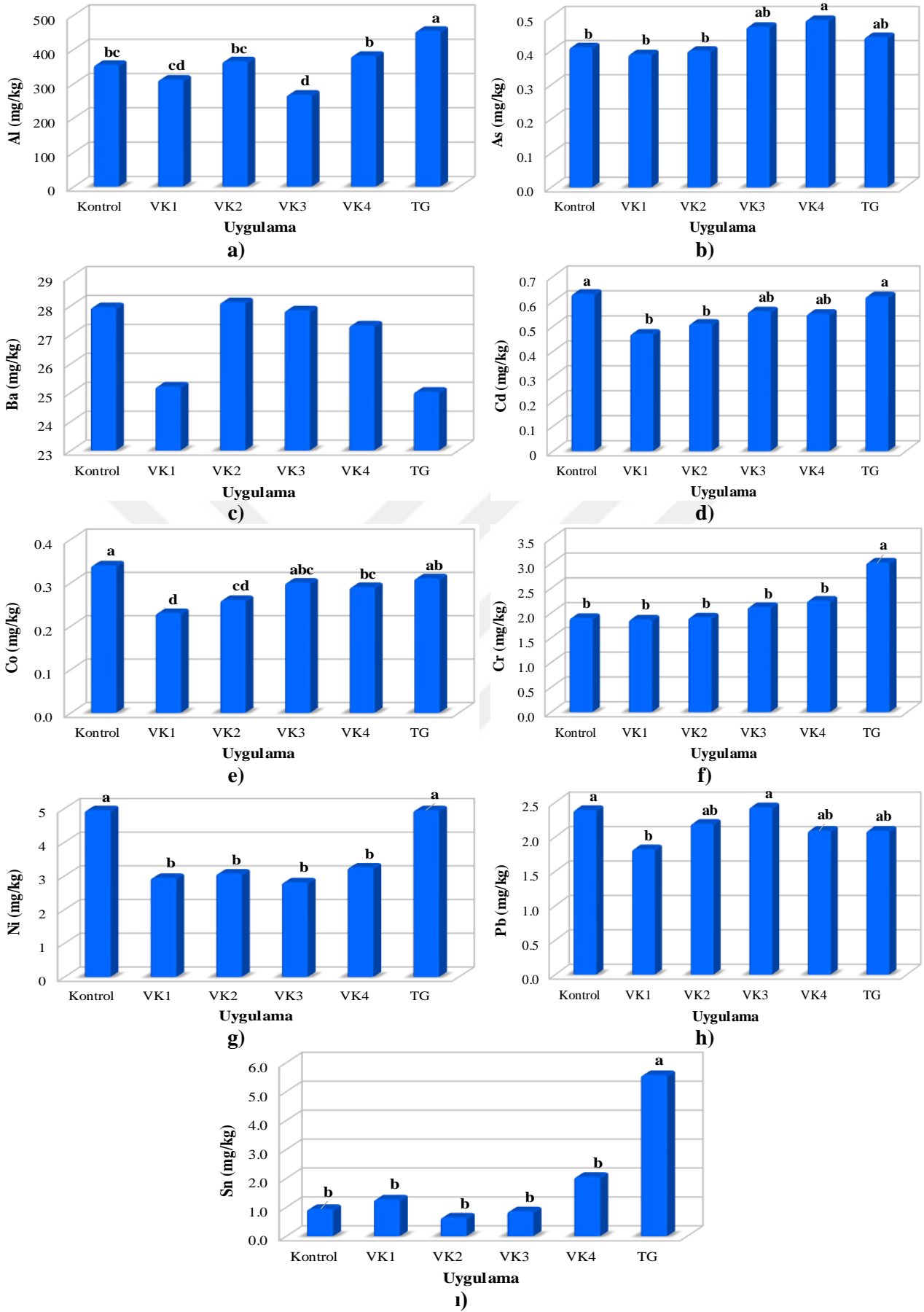


e)



f)

Şekil 4.8. Çalışmada ele alınan uygulamaların a) demir, b) mangan, c) çinko, d) bakır, e) bor ve f) selenyum içeriği üzerine etkisi.



Şekil 4.9. Çalışmada ele alınan uygulamaların a) alüminyum, b) arsenik, c) baryum, d) kadmiyum, e) kobalt, f) krom, g) nikel, h) kurşun ve i) kalay içeriği üzerine etkisi.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde sebzelerden yüksek verim almak için aşırı ve bilinçsizce yapılan kimyasal gübreleme sonucunda, insan sağlığı ve topraklarımızın sürdürülebilirliğinin olumsuz yönde etkilendiği görülmektedir. Son yıllarda dünyada ve ülkemizde çevresel duyarlılığın artması ve kaliteli ürün tüketiminin benimsenmesiyle organik gübrelere olan ilgi her geçen gün artmaktadır. Organik gübreler içerisinde vermikompost önemli bir alternatif olarak öne çıkmaktadır.

Ülkemizde sebze yetiştiriciliğinde vermikompost gübresi kullanımı, son yıllarda giderek popüleritesi artan bir tarımsal faaliyettir. Organik atıkların solucanlar tarafından kompostlaştırılması işlemi sonucunda elde edilen vermikompost, kullanıldığı toprakta sağladığı fiziksel, kimyasal ve biyolojik iyileşmeler sebebiyle organik gübreler arasında son yılların en gözde organik gübresidir. Vermikompost, aynı zamanda büyük bir çevre sorunu haline gelen katı organik atıkların işlenmesinde ve değerlendirilmesinde çok yoğun bir şekilde uygulanmaktadır. Genellikle vermikompostun toprağa uygulanması sonucunda bitki gelişiminin ve toprak özelliklerinin önemli oranda ve olumlu yönde etkilendiği bilinmektedir. Ancak bu gübrenin kullanılması ile ilgili en doğru dozun hangi sebze için ne kadar olması gerektiği konusunda yeterli akademik çalışma bulunmadığı için, üreticilerin bu konudaki bilgi ve tecrübeleri sınırlı kalmaktadır.

Kimyasal gübrelemeye oldukça hassas olan marul yetiştiriciliğinde verimlilik ve kalitenin artırılması, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısının iyileştirilmesi ve çevre kirliliğinin önlenmesi amacıyla vermikompost gibi organik gübrelerin kullanımı ile bitkide ve toprakta meydana gelen değişimleri incelemek oldukça önemlidir. Bu çalışmada, farklı oranlarda vermikompost uygulamalarının Karabük koşullarında örtüaltı marul yetiştiriciliğinde bitki gelişimi, bazı kalite özellikleri ve besin elementi içeriği üzerine olan etkileri incelenmiştir.

Çalışmada ele alınan uygulamaların marulda bitki özellikleri üzerine etkileri incelendiğinde; bitki boyu, bitki eni, bitki yaş ve kuru ağırlığı bakımından uygulamalar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Çalışmada bitki boyu, bitki yaş ve kuru ağırlığı bakımından vermikompost uygulamalarından (VK1, VK2, VK3 ve VK4) kontrol uygulamasına göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. Bitki boyu bakımından tüm vermikompost uygulamaları (VK1, VK2, VK3 ve VK4); bitki eni bakımından VK4; bitki yaş

ağırlığı bakımından VK1; bitki kuru ağırlığı bakımından ise VK3 ve VK1 en başarılı vermikompost uygulamaları olarak belirlenmiştir.

Çalışmaya konu olan uygulamaların marulda kök özellikleri üzerine etkileri incelendiğinde, uygulamaların marulda kök uzunluğu ve kök boğazı çapına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Buna karşılık, farklı uygulamaların kök yaş ve kuru ağırlığına etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Kontrol uygulamasında kök uzunluğu diğer uygulamalardan daha yüksek bulunmuştur. Kök uzunluğu yönünden VK1 ve VK4; kök boğazı çapı yönünden VK1, VK2 ve VK3; kök yaş ve kuru ağırlığı yönünden VK1 en iyi vermikompost uygulamaları olmuştur.

Farklı uygulamaların marulda yaprak özellikleri üzerine etkilerine bakıldığında; yaprak boyu, pazarlanabilir yaprak sayısı ve ıskarta yaprak ağırlığı bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar önemli iken, yaprak eni ve ıskarta yaprak sayısı bakımından uygulamalar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu belirlenmiştir. Pazarlanabilir yaprak sayısı bakımından vermikompost uygulamalarından kontrol uygulamasına göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. İstatistiksel olarak aralarında fark olmamasına rağmen, yaprak eni yönünden de vermikompost uygulamalarından kontrole göre daha yüksek sonuçlar alınmıştır. İskarta yaprak ağırlığı bakımından ise vermikompost uygulamalarından kontrol uygulamasına göre daha düşük değerler elde edilmiştir. Yaprak boyunda VK1, VK2 ve VK3; yaprak eninde VK1 ve VK2; pazarlanabilir yaprak sayısında tüm vermikompost uygulamaları (VK1, VK2, VK3 ve VK4); ıskarta yaprak ağırlığında ise VK1 en başarılı uygulamalar olmuştur.

Klorofil, kuru madde oranı, suda çözünebilir kuru madde ve nitrat içeriği bakımından da uygulamalar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur. pH içeriğine uygulamaların etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Kontrol ve ticari gübre uygulamaları ile karşılaştırıldığında vermikompost uygulamalarının klorofil içeriği bakımından genel olarak bir artış sağladığı tespit edilmiştir. Nitrat içeriği yönünden ise vermikompost uygulamalarından kontrole göre çok daha yüksek değerler elde edilmiştir. Klorofil içeriği bakımından tüm vermikompost uygulamaları (VK1, VK2, VK3 ve VK4); kuru madde oranı bakımından VK3; suda çözünebilir kuru madde miktarı bakımından VK2 ve VK3; nitrat içeriği bakımından ise VK1 en iyi vermikompost uygulamaları olarak bulunmuştur.

Çalışmada ele alınan uygulamaların marulda renk özellikleri (L^* , a^* , b^* , C^* ve h°) üzerine etkileri incelendiğinde b^* ve C^* (Kroma) renk özellikleri bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuş, buna karşılık L^* , a^* ve h° (Hue açısı) renk özelliklerine uygulamaların etkisi ise önemsiz bulunmuştur. b^* ve C^* (Kroma) renk

özellikleri yönünden kontrolden diğer uygulamalara göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. Marulda renk kalite açısından önemli unsurlar arasında yer almaktadır. Vermikompost uygulamalarının marulun renk özelliklerine belirgin bir etkisi görülmemiştir.

Çalışmada ele alınan uygulamaların marulda element içerikleri üzerine etkileri incelendiğinde; uygulamalar arasında alüminyum, arsenik, kalsiyum, kadmiyum, kobalt, krom, bakır, demir, potasyum, magnezyum, mangan, azot, sodyum, nikel, fosfor, kurşun, kükürt, kalay ve çinko içeriği bakımından istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur. Diğer taraftan, bor, baryum ve selenyum içeriği bakımından uygulamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Çalışmada ele alınan farklı uygulamalara ait marul bitkilerinde cıva ve talyum içeriğinin tayin limitinin altında olduğu, potasyumun ise bitkide en bol bulunan element olduğu belirlenmiştir. Genel olarak vermikompost uygulamalarının bitkideki azot, fosfor, potasyum, magnezyum, kalsiyum, sodyum, demir, bakır ve çinko içeriğini kontrole göre artırdığı belirlenmiştir. Vermikompost içeren uygulamalarda (VK1, VK2, VK3 ve VK4) kullanılan vermikompost dozu arttıkça kalsiyum, demir ve sodyum içeriği artmıştır. Ayrıca, vermikompost uygulamalarında çinko içeriğinin TG uygulamasından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan, vermikompost uygulamalarında kükürt ve selenyum içeriği bakımından kontrol ve TG uygulamalarından daha düşük değerler elde edilmiştir. Azot içeriğinde VK1 ve VK3; fosfor içeriğinde VK1; potasyum içeriğinde tüm vermikompost uygulamaları (VK1, VK2, VK3 ve VK4); kalsiyum içeriğinde VK3 ve VK4; magnezyum içeriğinde VK4; demir içeriğinde VK2, VK3 ve VK4; mangan içeriğinde VK3 ve VK4; çinko içeriğinde tüm vermikompost uygulamaları (VK1, VK2, VK3 ve VK4); kükürt içeriğinde VK3; selenyum içeriğinde VK4 uygulaması en başarılı vermikompost uygulamaları olarak tespit edilmiştir. Kadmiyum, kobalt ve nikel içeriği yönünden vermikompost uygulamalarından (VK1, VK2, VK3 ve VK4) kontrol ve TG uygulamalarına göre daha düşük değerler elde edilmiştir. Bu durum kadmiyum, kobalt ve nikelin ağır metal olduğu düşünüldüğünde oldukça önemli bir özelliktir. Vermikompost uygulamalarında alüminyum, krom ve kalay gibi ağır metal içerikleri TG uygulamasından daha düşük bulunmuştur. Vermikompost uygulamalarında kullanılan vermikompost dozu arttıkça ağır metal olan arsenik ve krom içeriği artmıştır.

Çalışmanın sonucunda vermikompost uygulamalarının marulda bitki gelişimi, kalite ve bitki besin elementi içeriği üzerine olumlu etkilerinin olduğu saptanmıştır. Bu durum iyi tarım uygulamaları gibi sürdürülebilir tarım sistemleri için oldukça ümitvar bulunmuştur. Özellikle azotlu gübrelemeye karşı hassas olan marul yetiştiriciliğinde vermikompost kullanılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

Serada saksı denemesi seklinde yürütülen bu çalışmanın arazi koşullarında yürütülmesi, daha net sonuçlar ortaya koymayı sağlayacaktır. Be nedenle, vermikompostun farklı sebzeler üzerinde ve farklı gübreler ile karşılaştırılarak denenmesine yönelik daha kapsamlı çalışmaların yapılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmanın sonucunda elde edilen bulgular üreticilerin bilinçlendirilmesi, tarımsal üretimde kimyasal gübre kullanımını azaltmak, vermikompost kullanımının yaygınlaştırılmasına katkı sağlamak, daha sağlıklı ve kaliteli ürünler elde etmek açısından faydalı olacaktır.

Vermikompostun ülkemizde üretilmesi ve kullanılmasının yaygınlaştırılması son derece önemlidir. Sonuç olarak, insan ve çevre sağlığına olumsuz etkileri olmayan bir organik gübre olan vermikompostun sebze yetiştiriciliğinde kullanılmasının teşvik edilmesi ve artırılması tarımsal verim açısından oldukça faydalı olacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Abak K (2012) “Türkiye’de Sebze Tarımının Kırk Yılı”, 9. Sebze Tarımı Sempozyumu, 12-14 Eylül 2012, Konya.
- Abduli MA, Amiri L, Madadian E, Gitipour S and Sedighian S (2013) “Efficiency of Vermicompost on Quantitative and Qualitative Growth of Tomato Plants”, International Journal of Environmental Research, 7(2): 467-472.
- Adiloğlu A ve Eraslan F (2012) Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Bitki Besleme “Sağlıklı Bitki, Sağlıklı Üretim”, Ed: M.R. Karaman, Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi: 2, s. 420-421, Ankara.
- Adiloğlu S ve Sağlam MT (2015) “Tekirdağ İlinde Karayolu Kıyısındaki Toprakların Organik Madde Miktarları”, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi, Özel Sayı: 49-53.
- Adiloğlu S, Eryılmaz Açıkgöz F, Solmaz Y, Çaktü E and Adiloğlu A (2018) “Effect of Vermicompost on the Growth and Yield of Lettuce Plant (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*)”, International Journal of Plant & Soil Science, 21(1): 1-5.
- Ak Göksu G ve Öztokat Kuzucu C (2017) “Karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) Farklı Dozlardaki Vermikompost Uygulamalarının Verim ve Bazı Kalite Parametrelerine Etkisi”, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 3(2): 48-58.
- Akbay FT (2012) Farklı Azot Dozlarında Yetiştirilen Marulda (*Lactuca sativa* L.) *Paenibacillus polymyxa* Uygulamalarının Verim, Bitki Gelişimi ve Besin Elementi İçeriğine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Alaboz P, Işıldar AA, Müjdecı M and Şenol H (2017) “Effects of Different Vermicompost and Soil Moisture Levels on Pepper (*Capsicum annuum*) Grown and Some Soil Properties”, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 27(1): 30-36.
- Alam MN, Jahan MS, Ali MK, Ashraf MA and Islam MK (2007) “Effect of Vermicompost and Chemical Fertilizers on Growth, Yield and Yield Components of Potato in Barind Soils of Bangladesh”, Journal of Application Science Research, 12: 1879-1888.
- Alas E (2016) Bitki Antifiriz ve Farklı Yetiştirme Sistemlerinin Marul Yetiştiriciliğinde Verim, Bazı Kalite Özellikleri ve Besin Maddesi İçeriğine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Ali M, Griffiths AJ, Williams KP and Jones DL (2007) “Evaluating the Growth Characteristics of Lettuce in Vermicompost and Green Waste Compost”, European Journal of Soil Biology, 43: 316-319.

- Alidadi H, Saffari AR, Ketabi D, Peiravi R ve Hosseinzadeh A (2014) “Comparison of Vermicompost and Cow Manure Efficiency on the Growth and Yield of Tomato Plant”, *Health Scope*, 3(4): 1-5.
- Alsina I, Dubova L, Steinberga V and Gmizo G (2013) “The Effect of Vermicompost on the Growth of Radish”, *Acta Horticulturae*, 1013: 359-365.
- Amresh H (2009) Effect of NPK and Vermicompost on Growth and Yield of Cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.), Master Thesis, Department of Horticulture, College of Agriculture, Gwalior, India.
- Anonim, 2018. http://www.agtohum.com.tr/products_detail.php?id=142
- Ansari AA (2008) “Effect of Vermicompost on the Productivity of Potato (*Solanum tuberosum*), Spinach (*Spinacia oleracea*) and turnip (*Brassica campestris*)”, *World Journal of Agricultural Sciences*, 4(3): 333-336.
- Arancon N and Edwards CA (2005) “Effects of Vermicomposts on Plant Growth”, *International Symposium Workshop on Vermitechnology, Philippines*.
- Arancon NQ, Edwards CA and Bierman P (2006) “Influences of Vermicomposts on Field Strawberries: Part 2. Effects on Soil Microbiological and Chemical Properties”, *Bioresource Technology*, 97: 831-840.
- Arslan A ve Yıldırım E (2012) “Açıkta ve Örtüaltı Sebze Yetiştiriciliğinde Bingöl’ün Mevcut Durumu, Problemleri ve Çözüm Önerileri”, 9. Sebze Tarımı Sempozyumu, 12-14 Eylül 2012, Konya.
- Artık N, Poyrazoğlu ES, Şimşek A, Kadakal Ç ve Karkaçier M (2002) “Enzimatik Yöntemle Bazı Sebze ve Meyvelerde Nitrat Düzeyinin Belirlenmesi”, *Gıda*, 27(1): 5-13.
- Atiyeh RM, Subler S, Edwards CA, Bachman G, Metzger JD and Shuster W (2000) “Effects of Vermicomposts and Composts on Plant Growth in Horticultural Container Media and Soil”, *Pedobiologia*, 44: 579-590.
- Atiyeh RM, Edwards CA, Subler S and Metzger JD (2001) “Pig Manure as a Component of a Horticultural Bedding Plant Medium: Effects on Physiochemical Properties and Plant Growth”, *Bioresource Technology*, 78: 11-20.
- Atmaca L (2012) Fide Yetiştirme Ortamı Olarak Vermikompost Kullanımının Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Aybak HÇ (2002) Salata/Marul Yetiştiriciliği, Hasad Yayıncılık, İstanbul.
- Azarmi R, Ziveh PS and Satari MR (2008) “Effect of Vermicompost on Growth, Yield, and Nutrition Status of Tomato (*Lycopersicon esculentum*)”, *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11(14): 1797-1802.
- Baliah TN and Muthulakshmi P (2017) “Effect of Microbially Enriched Vermicompost on the Growth and Biochemical Characteristics of Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench)”, *Advances in Plants & Agriculture Research*, 6(5): 1-6.

- Barley KP (1961) "Plant Nutrition Levels of Vermicast", *Advances in Agronomy*. 13: 251.
- Batu A, Thompson AK, Ghafir SAM ve Rahman NAA (1997) "Minolta ve Hunter Renk Ölçüm Aletleri ile Domates, Elma ve Muzun Renk Değerlerinin Karşılaştırılması", *Gıda*, 22(4): 301-307.
- Bellitürk K and Görres JH (2012) "Balancing Vermicomposting Benefits with Conservation of Soil and Ecosystems at Risk of Earthworm Invasions", VIII. International Soil Science Congress on Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management, 15-17 May 2012, Çeşme, İzmir.
- Bellitürk K (2016) "Sürdürülebilir Tarımsal Üretimde Katı Atık Yönetimi İçin Vermikompost Teknolojisi", *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(3): 1-5.
- Benavides MP, Gallego SM and Tomaro ML (2005) "Cadmium Toxicity in Plants", *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 17: 21-34.
- Bilgi A (2009) Bazı Humik, Fulvik ve Amino Asit İçerikli Maddelerin Sera Marul (*Lactuca sativa* L. var. *Longifolia* cv. Bitez F1) Üretiminde Verim ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Boran D (2015) Farklı Isıl Teknikleri Uygulanmış Solucan Gübresinin Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Brown JR and Smith GE (1967) "Nitrate Accumulation in Vegetable Crops as Influenced by Soil Fertility Practices", *Missouri Agricultural Experiment Station, Research Bulletin* 920. 43 p.
- Buchanan MA, Russell E and Block SD (1988) Chemical Characterization and Nitrogen Mineralization Potentials of Vermicompost Derived from Different Organic Wastes, In: Edwards CA, Neuhauser EF (Eds), *Earthworms in Environmental and Waste Management* SPB Academic Publishing, pp. 231-240, The Netherlands.
- Ceylan Ş, Yoldaş F, Mordoğan N ve Çakıcı H (2000) "Domates Yetiştiriciliğinde Farklı Hayvansal Gübrelerin Verim ve Kaliteye Etkisi", 3. Sebze Tarımı Sempozyumu, 51-55, 11-13 Eylül 2000, Isparta.
- Chamani E, Joyce DC and Reihanytabar A (2008) "Vermicompost Effects on the Growth and Flowering of *Petunia hybrida* Dream Neon Ros", *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science*, 3(3): 506-512.
- Chatterjee R (2015) "Influence of Nutrient Sources on Growth, Yield and Economics of Organic Lettuce Production Under Foothills of Eastern Himalayan Region", *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 27(5): 460-462.
- Corre WJ and Breimer T (1979) Nitrate and Nitrite in Vegetables. Department of Soils and Fertilizers, Agricultural University Wageningen, Netherlands.

- Çağlar S (2014) Fındık Zuruf Kompostu ve Çay Kompostu Karışımlarının Kıvırcık Marulda (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) Verim ve Kaliteye Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Çakırer G (2015) Çeltik Kavuzunun Topraksız Kültür Salata (*Lactuca sativa* var. *crispa*) Yetiştiriciliğinde Kullanılma Olanakları, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çakmak P (2011) Farklı Dikim Zamanları ve Organik Gübrelerin Topraksız Tarım Koşullarında Kıvırcık Yapraklı Salata (*Lactuca sativa* var. *crispa*) Yetiştiriciliğinde Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Çakmakçı R ve Erdoğan G (2008) Organik Tarım, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları, No: 236, Erzurum.
- Çelik Albayrak B (2015) Farklı Gübre Tiplerinin Bezelye (*Pisum sativum* L.)'nin Verim ve Verim Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Çerçioğlu M (2006) Tütün Atığı ve Ahır Gübresi Karışımlarının Baş Salata (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*) Yetiştiriciliğinde Toprak Özellikleri ve Verime Olan Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Çıtak S (2014) Farklı Organik Gübreler ile Toprak Düzenleyicinin Brokkoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) ve Havuç (*Daucus corata* L.) Yetiştiriciliğinde Verim ve Kalite Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Çıtak S, Sönmez S, Koçak F ve Yaşın S (2011) “Vermikompost ve Ahır Gübresi Uygulamalarının Ispanak (*Spinacia oleracea* var. L.) Bitkisinin Gelişimi ve Toprak Verimliliği Üzerine Etkileri”, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 28 (1): 56-69.
- Çivit B (2010) Bazı Doğal Maddelerin (Gıdya, Zeolit ve Leonardit) Marulda (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) Verim ve Büyüme Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Degwale A (2016) “Effect of Vermicompost on Growth, Yield and Quality of Garlic (*Allium sativum* L.) in Enebe Sar Midir District, Northwestern Ethiopia”, Journal of Natural Sciences Research, 6(3): 51-63.
- Demir H, Gölükçü M, Topuz A, Özdemir F, Polat E ve Şahin H (2003) “Yedikule ve Iceberg Tipi Marul Çeşitlerinin Mineral Madde İçeriği Üzerine Ekolojik Üretimde Farklı Organik Gübre Uygulamalarının Etkisi”, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(1): 79-85.
- Demirtaş EI, Öktüren Asri F, Özkan CF ve Arı N (2012) “Organik ve Kimyasal Gübre Uygulamalarının Örtüaltı Domates Yetiştiriciliğinde Toprak Verimliliği ve Bitkinin Beslenmesine Etkileri”, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 29(1): 9-22.

- Dhanalakshmi V, Remia KM, Shanmugapriyan R and Shanthy K (2014) "Impact of Addition of Vermicompost on Vegetable Plant Growth", International Research Journal of Biological Sciences, 3(12): 56-61.
- Dinç U, Şenol S, Kapur S, Cangir C ve Atalay İ (2001) Türkiye Toprakları, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 51, Adana.
- Doube BM and Brown GG (1998) Life in a Complex Community: Functional Interactions Between Earthworms, Organic Matter, Microorganisms, and Plants, In: Earthworm Ecology, Ed. Clive Edwards. St. Lucie Press, pp. 179-211, Boca Raton, Florida.
- Duman S (2007) Erzurum Koşullarında Sonbahar Döneminde Yüksek Tünelde Farklı Dikim Zamanlarının Marulda Bitki Gelişmesi ve Verim Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Dumlupınar BB (2017) Farklı Organik Bitki Besin Maddelerinin Çengelköy Hıyarının Tohum Verim ve Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Durak A, Altuntaş Ö, Kutsal İK, Işık R and Karaat FE (2017) "The Effects of Vermicompost on Yield and Some Growth Parameters of Lettuce", Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 5(12): 1566-1570.
- Duyar H (2007) Yeşil Gübrelemenin Serada Organik Sebze Üretimine Etkileri, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Edwards CA and Bohlen PJ (1996) Biology and Ecology of Earthworms, 3rd. Ed. Chapman and Hall, New York.
- Erşahin S (2010) "Vermikompost Ürünleri Organik Üretime Ne Sunabilir", Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu, 28 Haziran-1 Temmuz 2010, Erzurum.
- Erten Ş (2016) Vermikompostun Domates ve Biberin Büyüme ve Besin Elementi İçeriğine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Eryüksel S (2016) Farklı Oranlarda Vermikompost Uygulamasının Bazı Sebzelerin Besin Elementi İçerikleri Üzerine Olan Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Eşiyok D (2012) Kışlık ve Yazlık Sebze Yetiştiriciliği, Meta Basım. 404 s. Bornova/İzmir.
- Eyüpoğlu F, Kurucu N ve Talaz S (1995) Türkiye Topraklarının Bitkiye Yararlı Mikroelementler Bakımından Genel Durumu, Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü, 620/A-002 Projesi Toplu Sonuç Raporu, Ankara.
- Farb AR (2012) Effects of Vermicompost in Potting Soils and Extract Foliar Sprays on Vegetable Health and Productivity, Honors Theses, Dickinson College, USA.
- Fresenius W, Quentin KE and Schneider W (1988) Water Analysis, A Practical Guide to Physicochemical, Chemical and Microbiological Water examination and Quality Assurance, Springer-Verlag, Berlin.

- Gandhi A and Sundari US (2012) “Effect of Vermicompost Prepared from Aquatic Weeds on Growth and Yield of Eggplant (*Solanum melongena* L.)”, *Journal of Biofertilizers & Biopesticides*, 3(5): 128-132.
- Garg VK and Gupta R (2009) Vermicomposting of Agro-Industrial Processing Waste. In: *Biotechnology for Agro-Industrial Residues Utilisation, Part V*. Springer, Netherlands.
- Getnet M and Raja N (2013) “Impact of Vermicompost on Growth and Development of Cabbage, *Brassica oleracea* Linn. and their sucking pest, *Brevicoryne brassicae* Linn. (Homoptera: Aphididae)”, *Research Journal of Environmental and Earth Sciences*, 5(3): 104-112.
- Gopinathan R and Prakash M (2014) “Effect of Vermicompost Enriched with Bio-Fertilizers on the Productivity of Tomato (*Lycopersicum esculentum* mill.)”, *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3(9): 1238-1245.
- Gül A, Öztan F, Eroğul D and Yağmur B (2003) “The use of Organic Manure for Iceberg Lettuce Plants Grown in Substrates”, *Acta Horticulture*, 608: 53-57.
- Gül A, Eroğul D and Ongun AR (2005) “Comparison of the Use of Zeolite and Perlite as Substrate for Crisp-Head Lettuce”, *Scientia Horticulturae*, 106(4): 464-471.
- Güler S (2004) “Dünyada ve Türkiye'de Gübre Tüketiminde Yaşanan Gelişmeler,” *Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi: Tarım-Sanayi-Çevre*, 11-13 Ekim 2004, Tokat.
- Günay A (1993) *Özel Sebze Yetiştiriciliği*, Cilt V. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara.
- Günay A (2005) *Sebze Yetiştiriciliği*, Cilt II, İzmir.
- Hashemimajd K, Kalbasi M, Golchin A and Shariatmadari H (2004) “Comparison of Vermicompost and Composts as Potting Media for Growth of Tomatoes”, *Journal of Plant Nutrition*, 27: 1107-1123.
- Hernandez A, Castillo H, Ojeda D, Arras A, Lopez J and Sanchez E (2010) “Effect of Vermicompost and Compost on Lettuce Production”, *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70(4): 583-589.
- Hernandez-Rodriguez A, Robles-Hernandez L, Ojeda-Barrios D, Prieto-Luevano J, Gonzalez-Franco AC and Guerrero-Prieto V (2017) “Semicompost and Vermicompost Mixed with Peat Moss Enhance Seed Germination and Development of Lettuce and Tomato Seedlings”, *Interciencia*, 42(11): 774-779.
- Hınıslı N (2014) *Vermikompost Gübresinin Kıvrıkcık Bitkisinin Gelişmesi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi ve Diğer Bazı Organik Kaynaklı Gübrelerle Karşılaştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Huerta E, Vidal O, Jarquin A, Geissen V and Gomez R (2010) “Effect of Vermicompost on the Growth and Production of Amashito Pepper, Interactions with Earthworms and Rhizobacteria”, *Compost Science & Utilization*, 18(4): 282-288.

- Jadhav PB, Patel DJ, Kireeti A, Patil NB, Dekhane SS, Harad NB and Jadhav KP (2014) “Effect of Different Levels of Vermicompost on Growth and Yield of Radish cv. Local Variety”, *International Journal of Information Research and Review*, 1(2): 29-31.
- Jahan FN, Shahjalal ATM, Paul AK, Mehraj H and Jamal Uddin AFM (2014) “Efficacy of Vermicompost and Conventional Compost on Growth and Yield of Cauliflower”, *Bangladesh Research Publications Journal*, 10(1): 33-38.
- Jaipaul J, Sharma S, Dixit AK and Sharma AK (2011) “Growth and Yield of Capsicum (*Capsicum annum*) and Garden Pea (*Pisum sativum*) as Influenced by Organic Manures and Biofertilizers”, *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 81(7): 637-642.
- John B and Prabha ML (2013) “Effect of Vermicompost on the Growth and Yield of *Capsicum annum*”, *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 4(3): 1284-1290.
- Joshi R and Vig AP (2010) “Effect of Vermicompost on Growth, Yield and Quality of Tomato (*Lycopersicum esculentum* L)”, *African Journal of Basic & Applied Sciences*, 2(3-4): 117-123.
- Kacar B (1990) *Gübre Analizleri*, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Kacar B (1994) *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 3, Ankara.
- Kacar B (1997) *Gübre Bilgisi*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1490, Ders Kitabı: 449, Ankara.
- Kacar B ve Kovancı İ (1982) *Bitki, Toprak ve Gübrelere Kimyasal Fosfor Analizleri ve Sonuçlarının Değerlendirilmesi*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 354, İzmir.
- Kacar B ve İnal A (2008) *Bitki Analizleri*, Nobel Yayınları, Yayın No: 1241, Ankara.
- Kannahi M and Babynisha S (2018) “Effect of Vermicompost, Vermiwash and Microbial Inoculants on Growth of *Abelmoschus esculentus* L.”, *International Journal of Biology Research*, 3(1): 44-48.
- Karabıyık T (2013) *Organik Üretim Sisteminde Vermikompost ve Biofarm Uygulanarak Yetiştirilen Havuçların Karotenoid İçerikleri ve Antioksidan Kapasiteleri*, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Karaman MR ve Turan M (2012) “Bitki Beslemede Sürdürülebilir Yönetim Stratejisi ve Gübre Etkinlik Parametreleri”, *Toprak Su Dergisi* 1(1): 15-21.
- Kardeş TA (2012) *Azotlu ve Organik Gübrelemenin Beypazarı Yöresinde Yetiştirilen Bazı Sebze Nitrata Kapsamına Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kashem MA, Sarker A, Hossain I and Islam MS (2015) “Comparison of the Effect of Vermicompost and Inorganic Fertilizers on Vegetative Growth and Fruit Production of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.)”, *Open Journal of Soil Science*, 5: 53-58.

- Kashyap L (2014) Influence of Integrated Nutrient Management on Soil Properties, Growth and Yield of Cauliflower on Chromustert, Master Thesis, Department of Soil Science and Agricultural Chemistry, College of Agroculture, Indora Gandhi Krishi Vishwavidyalaya, Raipur.
- Kenea FT and Gedamu F (2018) “Response of Garlic (*Allium sativum* L.) to Vermicompost and Mineral N Fertilizer Application at Haramaya, Eastern Ethiopia”, African Journal of Agricultural Research, 13(2): 27-35.
- Kesimci E (2013) Sera Koşullarında Bitki Büyümesini Artırıcı Rizobakterlerin Marulda Verim, Verim Unsurları ve Besin Elementi İçeriklerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Kılıç O, Çapur U ve Görtay Ş (1991) Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi Uygulama Kılavuzu, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, Bursa.
- Köksal SB, Aksu G ve Altay H (2017) “Vermikompostun Bazı Toprak Özellikleri ve Pazı Bitkisinde Verim Üzerine Etkisi”, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 5(2): 123-128.
- Köse MA (2015) Humus ve Humik Asit Uygulamalarının Marulda Besin Elementi Alımı ve Verim Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Kul R (2014) Balık gübresi, Mineral Gübre ve Kombinasyonlarının Marulda (*Lactuca sativa* L.) Bitki Gelişimi ve Besin Elementi İçeriği Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Kumari N, Yadav BS and Peter JK (2017) “Synergistic Effect of Vermicompost, Vermiwash, Bioaugmentation and Carrier Based Biofertilizer on Growth of *Solanum melongena* L. var. silligudi 111 (Brinjal)”, International Journal of Multidisciplinary Research and Development, 4(3): 64-70.
- Kurucu N, Gedikoğlu İ ve Eyüpoğlu F (1990) Toprakların Verimlilik Yönünden Kimyasal Analiz Yöntemleri, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Küçükyumuk Z, Gültekin M ve Erdal İ (2014) “Vermikompost ve Mikorizanın Biber Bitkisinin Gelişimi ile Mineral Beslenmesi Üzerine Etkisi”, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(1): 51-58.
- Lazcano C and Dominguez J (2011) The Use of Vermicompost in Sustainable Agriculture: Impact on Plant Growth and Soil Fertility, In: Soil Nutrients, Ed. Mohammad Miransari, Nova Science Publishers, Inc. Chapter 10: 211-234, New York.
- Leon AP, Martin JP and Chiesa A (2012) “Vermicompost Application and Growth Patterns of Lettuce (*Lactuca sativa* L.)”, Agricultura Tropica Et Subtropica, 45(3): 134-139.
- Lesufi RR (2015) Effect of Vermicompost on Growth and Yield of Cabbage (*Brassica oleraceae* var. *capitata*), Master Thesis, Faculty of Science and Agriculture, University of Limpopo, South Africa.

- Lindsay WL and Norvell WA (1978) "Development of a DTPA Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper", Soil Science Society of American Journal, 42: 421-428.
- McGuire GR (1992) "Reporting of Objective Color Measurements", HortScience, 27(12): 1254-1255.
- McLean EO (1982) Soil pH and Lime Requirement in Methods of Soil Analysis: Part 2. Chemical and Microbiological Properties, 2nd Ed. Madison, Wisconsin.
- Meenakumari T and Shekhar M (2012) "Vermicompost and Other Fertilizers Effect on Growth, Yield and Nutritional Status of Tomato (*Lycopersicon esculentum*) Plant", World Research Journal of Agricultural Biotechnology, 1(1): 14-16.
- Mohammed O (2013) Marul Yetiştiriciliğinde Yeşil Gübre Olarak Kullanılan Bitkilerin Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Mohanta R, Nandi AK, Mishra SP, Pattnaik A, Hossain MM and Padhiary AK (2018) "Effects of Integrated Nutrient Management on Growth, Yield, Quality and Economics of Sprouting Broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) cv. Shayali", Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7(1): 2229-2232.
- Mordoğan N, Ceylan Ş, Çakıcı H ve Yoldaş F (2001) "Azotlu Gübrelemenin Marul Bitkisindeki Azot Birikimine Etkisi", Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 38(1): 85-92.
- Narkhede SD, Attarde SB and Ingle ST (2011) "Study on Effect of Chemical Fertilizer and Vermicompost on Growth of Chilli Pepper Plant (*Capsicum annum*)", Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation, 6(3): 327-332.
- Nicolle C, Carnat A, Fraisse D, Lamaison JL, Rock E, Michel H, Amouroux P and Remesy C (2004) "Characterisation and Variation of Antioxidant Micronutrients in Lettuce (*Lactuca sativa* folium)", Journal of the Science of Food and Agriculture, 84(15): 2061-2069.
- Oluklu Ş (2012) Sebzelelerde Yaprak Renginin Belirlenmesi: Yedikule Marul Örneği, Mezuniyet Tezi, Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ordu.
- Özen N (2018) Marul Bitkisinin Verim ve Kalitesi Üzerine Farklı Mineralizasyon Oranlarına Sahip Organik Uygulamaların Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Özgen Ş, Şekerci Ş ve Karabıyık T (2011) "Organik ve İnorganik Gübrelemenin Marul ve Salataların Nitrat Birikimi Üzerine Etkisi", VI. Türkiye Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 4-8 Ekim 2011, Şanlıurfa.
- Özkan N ve Müftüoğlu NM (2016) "Farklı Dozlardaki Vermikompostun Marul Verimi ve Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi", Bahçe Dergisi, 45: 121-124.
- Özkan N, Dağlıoğlu M, Ünser E ve Müftüoğlu NM (2016) "Vermikompostun Ispanak (*Spinacia oleracea* L.) Verimi ve Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi", Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(1): 1-5.

- Öztürk B (2011) Farklı Dikim Zamanlarında Kıvrıkcık Yapraklı Salata (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*)'nın Organik ve Konvansiyonel Yetiştiriciliğinin Verim, Kalite ve Toprak Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Patidar M, Shaktawat RPS and Naruka IS (2017) "Effect of Sulphur and Vermicompost on Growth, Yield and Quality of Garlic (*Allium sativum* L.)", Journal of Krishi Vigyan, 5(2): 54-56.
- Pavlou GC, Ehaliotis CD and Kavvadias VA (2007) "Effect of Organic and Inorganic Fertilizers Applied During Successive Crop Seasons on Growth and Nitrate Accumulation in Lettuce", Scientia Horticulturae, 111(4): 319-325.
- Peyvast G, Olfati JA, Madeni S and Forghani A (2008) "Effect of Vermicompost on the Growth and Yield of Spinach (*Spinacia oleracea* L.)", Journal of Food, Agriculture & Environment, 6(1): 110-113.
- Polat E, Sönmez S, Demir H ve Kaplan M (2001) "Farklı Organik Gübre Uygulamalarının Marulda Verim, Kalite ve Bitki Besin Maddeleri Alımına Etkileri", Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu, 14-16 Kasım 2001, Antalya.
- Prabha ML, Jayraaj IA, Jayaraj R and Rao DS (2007) "Effect of Vermicompost and Compost on Growth Parameters of Selected Vegetable and Medicinal Plants", Asian Journal of Microbiology, Biotechnology & Environmental Sciences, 9(2): 321-326.
- Preetha D, Sushama PK and Marykutty KC (2005) "Vermicompost+Inorganic Fertilizers Promote Yield and Nutrient Uptake of Amaranth (*Amaranthus tricolor* L.)", Journal of Tropical Agriculture, 43: 87-89.
- Premuzic Z, Garate A and Bonilla I (2000) "Production of Lettuce Under Different Fertilisation Treatments, Yield and Quality", Workshop Towards and Ecologically Sound Fertilisation in Field Vegetable Production 571, pp. 65-72.
- Rahimeh H, Mahdi GS and Soroush SG (2015) "The Effect of Application of Vermicompost on Micronutrient Concentrations in Soil and Lettuce Plant", Journal of Crops Improvement, 17(3): 815-826.
- Rakıcı S (2010) Organik ve Konvansiyonel Olarak Yetiştirilen Marul Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özellikleri Yönünden Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Rekha GS, Kaleena PK, Elumalai D, Srikumaran MP and Maheswari VN (2018) "Effects of Vermicompost and Plant Growth Enhancers on the Exo-Morphological Features of *Capsicum annum* (Linn.) Hepper", International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture, 7: 83-88.
- Ribeiro HM, Freire C, Cabral F, Vasconcelos E and Brito LM (2013) "Production of Lettuce Seedlings in Coconut Coir Amended with Compost and Vermicompost", Acta Horticulturae, 1013: 417-422.
- Richards LA (1954) Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, United States Department of Agriculture Handbook, Washington (USA).

- Sahoo HR, Sahoo M, Baboo M and Gupta N (2015) "Effect of Red Laterite Soil and Vermicompost on Growth and Development of Chilli and Brinjal Grown under Polypot Conditions", *Tropical Plant Research*, 2(3): 172-174.
- Santamaria P (2006) "Nitrate in Vegetables: Toxicity, Content, Intake and EC Regulation", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(1): 10-17.
- Savcı S (2012) "An Agricultural Pollutant: Chemical Fertilizer", *International Journal of Environmental Science and Development*, 3(1): 77-80.
- Singh BK, Pathak KA, Verma AK, Verma VK and Deka BC (2011) "Effects of Vermicompost, Fertilizer and Mulch on Plant Growth, Nodulation and Pod Yield Of French Bean (*Phaseolus vulgaris* L.)", *Vegetable Crops Research Bulletin*, 74: 153-165.
- Sinha J, Biswas CK, Ghosh A and Saha A (2010) "Efficacy of Vermicompost Against Fertilizers on *Cicer* and *Pisum* and on Population Diversity of N₂ Fixing Bacteria", *Journal of Environmental Biology*, 31: 287-292.
- Sinha RK, Soni BK, Agarwal S, Shankar B and Hahn G (2013) "Vermiculture for Organic Horticulture: Producing Chemical-Free, Nutritive and Health Protective Foods by Earthworms", *Agricultural Science*, 1(1): 17-44.
- Soyergin S (2006) Organik Tarımda Toprak Verimliliğinin Korunması, Gübreler ve Organik Toprak İyileştiriciler, Sürdürülebilir Rekabet Avantajı Elde Etmede Organik Tarım Sektörü Sektörel Stratejiler ve Uygulamalar, Uluslararası Rekabet Araştırmaları Kurumu Derneği, İstanbul.
- Sönmez F (2003) Arıtma Çamuru ve Humik Asit Uygulamalarının Marulun Verim, Besin Elementi ve Ağır Metal İçeriğine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Srivastava PK, Gupta M, Upadhyay RK, Sharma S, Singh N, Tewari SK and Singh B (2012) "Effects of Combined Application of Vermicompost and Mineral Fertilizer on the Growth of *Allium cepa* L. and Soil Fertility", *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 175: 101-107.
- Stancheva I and Mitova I (2002) "Effects of Different Sources and Fertilizer Rates on the Lettuce Yield and Quality under Controlled Conditions", *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 8 (2/3): 157-160.
- Sunaryo Y (2010) "Effect of Vermicompost and Bokashi on Nutrient Content of Mustard Green and Lettuce", *International Seminar on Horticulture to Support Food Security*, 22-23 June 2010, Bandar Lampung, Indonesia
- Şalk A, Arın L, Deveci M ve Polat S (2008) Özel Sebzeçilik, Tekirdağ.
- Şensoy S, Abak K ve Daşgan HY (1996) "Eşdeğer Miktarda Mineral ve Organik Gübre Uygulamalarının Marulda Nitrat Birikimi, Verim ve Kaliteye Etkileri", GAP I. Sebze Tarımı Sempozyumu, 7-10 Mayıs 1996, Şanlıurfa.
- Şimşek Erşahin Y (2007) "Vermikompost Ürünlerinin Eldesi ve Tarımsal Üretimde Kullanım Alternatifleri", *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2): 99-107.

- Tan E (2014) Organik Fide Üretimine Uygun Yetiştirme Ortamlarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Tavalı İE, Maltaş AŞ, Uz İ ve Kaplan M (2013) “Karnabaharın (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) Verim, Kalite ve Mineral Beslenme Durumu Üzerine Vermikompostun Etkisi”, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26(2): 115-120.
- Tavalı İE, Maltaş AŞ, Uz İ ve Kaplan M (2014a) “Vermikompostun Beyaz Baş Lahananın (*Brassica oleracea* var. *alba*) Verim, Kalite ve Mineral Beslenme Durumu Üzerine Etkisi”, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(1): 61-67.
- Tavalı İE, Uz İ ve Orman Ş (2014b) “Vermikompost ve Tavuk Gübresinin Yazlık Kabağın (*Cucurbita pepo* L. cv. Sakız) Verim ve Kalitesi ile Toprağın Bazı Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri”, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(2): 119-124.
- Thuy PT, Nghia NTA and Dung PT (2017) “Effects of Vermicompost Levels on the Growth and Yield of HT152 Tomato Variety Grown Organically”, International Journal of Agriculture Innovations and Research, 5(4): 2319-1473.
- Topaklı Solak F (2016) Çanakkale Şartlarında Tarla ve Tünel Altında Kıvırcık Salata (*Lactuca sativa* var. *crispa*) Yetiştirme Olanakları, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Tsai YH, Hsu HM and Chung RS (2005) “The Effect of Application of Different Rates of Organic Fertilizer on the Soil Properties and Nitrogen Uptake of Vegetables Planted in Plastic House”, Journal of the Agricultural Association of China, 6(3): 229-244.
- Turhan Ş (2005) “Tarımda Sürdürülebilirlik ve Organik Tarım”, Tarım Ekonomisi Dergisi, 11(1): 13-24.
- TÜİK (2018) Bitkisel Üretim İstatistikleri, [http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/ bitkisel.zul](http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul), 07.09.2018.
- Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği (2008) Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ, (Tebliğ No: 2008 / 26).
- Tüzel Y, Öztekin GB, Duyar H, Eşiyok D, Gürbüz Kılıç Ö, Anaç D ve Kayıkçıoğlu HH (2011) “Organik Salata-Marul Yetiştiriciliğinde Agryl Örtü ve Bazı Gübrelerin Verim, Kalite, Yaprak Besin Madde İçeriği ve Toprak Verimliliği Özelliklerine Etkileri”, Tarım Bilimleri Dergisi, 17: 190-203.
- Uma B and Malathi M (2009) “Vermicompost as a Soil Supplement to Improve Growth and Yield of *Amaranthus* Species”, Research Journal of Agriculture and Biological Science, 5: 1054-1060.
- Ülgen N ve Yurtsever N (1974) Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Teknik Yayınları, No: 28, Ankara.
- Vaidyanathan G and Vijayalakshmi A (2017) “Effect of Vermicompost on Growth and Yield of Tomato”, European Journal of Pharmaceutical and Medical Research, 4(9): 653-656.

- Vanmathi JS and Selvakumari MN (2012) “The Influence of Vermicompost on the Growth and Yield of *Hibiscus esculentus*”, *Elixir Applied Botany*, 44: 7416-7419.
- Vigardt A (2012) Influence of Coffee Vermicompost on Growth and Nutrient Quality of Greenhouse Spinach and Field Grown Green Bell Peppers, Master Thesis, Department of Plant, Soil, and Agricultural Systems in the College of Agricultural Sciences, Southern Illinois University Carbondale, USA.
- Vijayalakshmi A and Gayathri V (2017) “Effect of Vermicompost on the Growth and Yield of Chili”, *International Journal of Recent Scientific Research*, 8(8): 19540-19542.
- Vural H, Eşiyok D ve Duman İ (2000) Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme), Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova-İzmir.
- Wallis A (2014) Local Lettuce: Heat Tolerant Romaine Cultivars and Vermicompost Soil Amendment to Increase Sustainability in the Mid-Atlantic, Master Thesis, Faculty of the Graduate School, University of Maryland, College Park, USA.
- Wang XX, Zhao F, Zhang G, Zhang Y and Yang L (2017) “Vermicompost Improves Tomato Yield and Quality and the Biochemical Properties of Soils with Different Tomato Planting History in a Greenhouse Study”, *Frontiers in Plant Science*, 8: 1-11.
- Xu C and Mou B (2016) “Vermicompost Affects Soil Properties and Spinach Growth, Physiology and Nutritional Value”, *Hortscience*, 51(7): 847-855.
- Yanmaz R, Duman İ, Yaralı F, Demir K, Sarıkamış G, Sarı N, Balkaya A, Kaymak HÇ, Akan S ve Özalp R (2015) “Sebze Üretiminde Değişimler ve Yeni Arayışlar”, Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı-1, 579-605, 12-16 Ocak 2015, Ankara.
- Zahmacıoğlu A (2017) Sera Koşullarında Vermikompost ve Amonyum Nitrat Uygulamalarının Brokoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) Bitkisine Etkisinin Toprak ve Yaprak Analizleriyle Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Serap KARADEMİR

Doğum Yeri ve Tarihi : Karabük / 09.04.1992

Lisans Üniversite : Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak
Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Elektronik Posta : serap781460@gmail.com

İletişim Adresi : Emek Mahallesi, Saray Sokak, Altınpark Sitesi A Blok 2/7
Safranbolu/KARABÜK
Cep Tel: 05415042177